

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-221527

(43)Date of publication of application : 05.08.2004

(51)Int.Cl.

H01L 27/146
H01L 21/3205
H01L 21/768
H01L 27/14
H04N 5/335

(21)Application number : 2003-292963

(71)Applicant : SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD

(22)Date of filing : 13.08.2003

(72)Inventor : BOKU KITETSU
LEE KYOUNG-WOO
LEE SOO-GEUN

(30)Priority

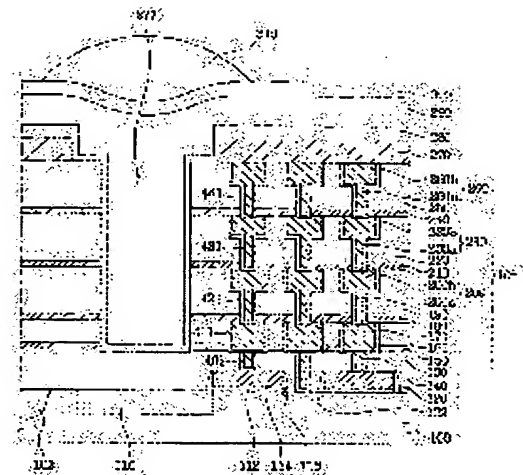
Priority number : 2003 200302932	Priority date : 16.01.2003	Priority country : KR
2003 200318651	25.03.2003	KR
2003 200334305	29.05.2003	KR

(54) IMAGING ELEMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an imaging device of a new structure, which can be manufactured through a process of $\leq 0.13 \mu\text{m}$ and its manufacturing method.

SOLUTION: On a substrate where an optical element is formed, a lower insulating film having a lower contact which is electrically connected to a semiconductor element to drive the optical element is formed covering the optical element. An inter-layer insulating film structure which includes at least a copper contact or copper wire line connected to the lower contact and a copper diffusion preventive film for preventing copper diffusion of the copper contact or copper wiring and having an optical element opening part for collecting light from the surface of its top part of the optical element through the copper diffusion preventive film above the optical element is formed inside on the lower insulating film. A transparent insulating film is formed so that the optical element opening part is buried. A color filter and microlenses 310 are formed on the transparent insulating film. A contact can be formed by using copper, so a highly integrated CMOS image sensor can be provided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-221527

(P2004-221527A)

(43) 公開日 平成16年8月5日(2004. 8. 5)

(51) Int. Cl.⁷

F 1

テーマコード (参考)

H 0 1 L 27/148

H 0 1 L 27/14

A

4 M 1 1 8

H 0 1 L 21/3205

H 0 4 N 5/335

E

5 C 0 2 4

H 0 1 L 21/768

H 0 4 N 5/335

U

5 F 0 3 3

H 0 1 L 27/14

H 0 1 L 27/14

D

H 0 4 N 5/335

H 0 1 L 21/88

M

審査請求 未請求 請求項の数 59 O L (全 42 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-292963 (P2003-292963)

(22) 出願日 平成15年8月13日 (2003. 8. 13)

(21) 優先権主張番号 2003-002932

(32) 優先日 平成15年1月16日 (2003. 1. 16)

(33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(31) 優先権主張番号 2003-018651

(32) 優先日 平成15年3月25日 (2003. 3. 25)

(33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(31) 優先権主張番号 2003-034305

(32) 優先日 平成15年5月29日 (2003. 5. 29)

(33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞 4 1 6

(74) 代理人 100072349

弁理士 八田 幹雄

(74) 代理人 100102912

弁理士 野上 敦

(74) 代理人 100110995

弁理士 奈良 泰男

(74) 代理人 100111464

弁理士 齋藤 悦子

(74) 代理人 100114649

弁理士 宇谷 勝幸

(74) 代理人 100124615

弁理士 藤井 敬史

最終頁に続く

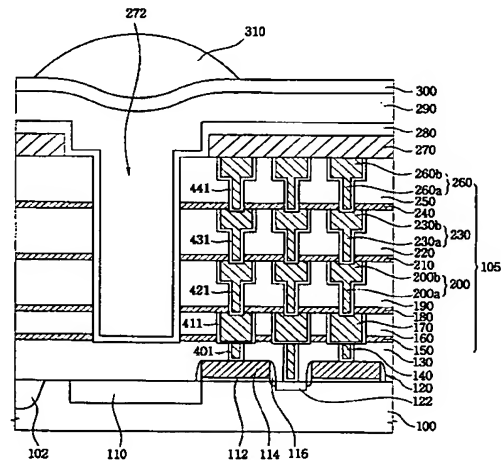
(54) 【発明の名称】 イメージ素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 0. 1 3 μ m以下工程で製造することができる新規な構造のイメージ装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 光素子が形成された基板上に光素子を覆って、光素子を駆動するための半導体素子と電気的に連結された下部コンタクトを備える下部絶縁膜を形成する。下部絶縁膜上の内部に下部コンタクトと接続する少なくとも一つの銅コンタクトまたは銅配線ラインと銅コンタクトまたは銅配線の銅拡散を防止するための銅拡散防止膜を含み、光素子上部にその最上部表面から銅拡散防止膜を通過するように光を収集するための光素子開口部を有する層間絶縁膜構造物を形成する。透明絶縁膜は光素子開口部を埋めるように形成する。透明な絶縁膜上にカラーフィルタ及びマイクロレンズ 3 1 0 を形成する。銅を使用してコンタクトを形成することができるので、高集積CMOSイメージセンサーを提供することができる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光素子が形成された基板と、

前記基板上に形成され、内部に少なくとも一つの不透明膜を有し、前記光素子上に光を収集するために、その上部表面から前記不透明膜を通過するように形成されている光素子開口部を有する層間絶縁膜構造物と、

前記開口部を埋める透明絶縁膜と、

前記絶縁膜上に形成されているカラーフィルタと、

前記カラーフィルタ層上に形成されたマイクロレンズとを含むことを特徴とするイメージ素子。

10

【請求項 2】

前記透明絶縁膜はスピンオン絶縁物からなることを特徴とする請求項 1 に記載のイメージ素子。

【請求項 3】

前記層間絶縁膜構造物は内部に銅配線ラインまたは銅コンタクトを含み、前記不透明膜は前記銅配線ラインまたは銅コンタクトの銅金属が拡散することを防止するための銅拡散防止物質からなることを特徴とする請求項 1 に記載のイメージ素子。

【請求項 4】

前記基板と前記層間絶縁膜構造物間には前記基板に形成された半導体素子を覆うように形成された下部絶縁膜をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載のイメージ素子。

20

【請求項 5】

層間絶縁膜構造物は、

前記下部絶縁膜上に形成され、前記光素子開口部部位に該当する部位がオープンされた第 1 不透明膜と、

前記第 1 拡散防止膜上に形成され、前記光素子開口部部位に該当する部位がオープンされた第 1 層間絶縁膜を含むことを特徴とする請求項 4 に記載のイメージ素子。

【請求項 6】

前記層間絶縁膜構造物は、

前記第 1 層間絶縁膜上に形成され、前記光素子開口部部位に該当する部位がオープンされた第 2 乃至 n 次、(n は 2 以上の自然数) 不透明膜と、

30

前記第 2 乃至 n 次不透明膜上に各々形成され、前記光素子開口部に該当する部位がオープンされた第 2 乃至 n 次層間絶縁膜をさらに含むことを特徴とする請求項 5 に記載のイメージ素子。

【請求項 7】

前記 n 次層間絶縁膜は、

下部の導電性配線層と接続するビアコンタクトと、

前記ビアコンタクト上に形成され、信号を伝達するための導電性ラインを含むことを特徴とする請求項 6 に記載のイメージ素子。

【請求項 8】

前記ビアコンタクト及び導電性ラインと、前記 n 次層間絶縁膜との間に前記 n 次層間絶縁膜に前記ビアコンタクト及び導電性ラインの構成物質が拡散することを防止するための絶縁膜拡散防止膜をさらに含むことを特徴とする請求項 7 に記載のイメージ素子。

40

【請求項 9】

前記ビアコンタクトの側面及び導電性ラインの側面と前記 n 次層間絶縁膜との間に前記 n 次層間絶縁膜に前記ビアコンタクト及び導電性ラインの構成物質が拡散することを防止するための絶縁膜拡散防止スペーサをさらに含むことを特徴とする請求項 7 に記載のイメージ素子。

【請求項 10】

前記下部絶縁膜は基板に形成された半導体素子と接続する下部コンタクトを含み、

前記第 1 層間絶縁膜は前記下部コンタクトに接触して形成された導電性ラインを含むこ

50

とを特徴とする請求項 5 に記載のイメージ素子。

【請求項 1 1】

前記透明絶縁膜は上部に凹部が形成され、前記カラーフィルタはその上面に前記凹部が対応するカラーフィルタ凹部が形成されており、前記マイクロレンズの下部は前記カラーフィルタ凹部を埋める凸形状を有することを特徴とする請求項 1 に記載のイメージ素子。

【請求項 1 2】

前記光素子と前記光素子開口部に前記光素子の光吸収率を向上させるための反射防止膜または反射防止パターンをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載のイメージ素子。

【請求項 1 3】

前記光素子開口部の側壁上に形成された保護膜をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載のイメージ素子。

【請求項 1 4】

前記保護膜は反射防止物質からなることを特徴とする請求項 1 3 に記載のイメージ素子。

【請求項 1 5】

前記光素子開口部の側壁上に形成されたバリヤースペーサをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載のイメージ素子。

【請求項 1 6】

光素子が形成された基板と、

前記光素子を覆って、前記光素子を駆動するための半導体素子と電氣的に連結された下部コンタクトを備える下部絶縁膜と、

前記下部絶縁膜上に形成され、内部に前記下部コンタクトと接続する少なくとも一つの銅コンタクトまたは銅配線ラインと、前記銅コンタクトまたは銅配線の銅拡散を防止するための銅拡散防止膜を含み、前記光素子の上部にその最上部表面から前記銅拡散防止膜を通過するように光を収集するための光素子開口部が形成されている層間絶縁膜構造物と、

前記光素子開口部を埋める透明絶縁膜と、

前記透明な絶縁膜上に形成されているカラーフィルタと、

前記カラーフィルタ上に形成されているマイクロレンズを含むことを特徴とするイメージ素子。

【請求項 1 7】

前記透明絶縁膜はスピノン絶縁物からなることを特徴とする請求項 1 6 に記載のイメージ素子。

【請求項 1 8】

前記透明絶縁膜の上部には絶縁膜凹部が形成されていることを特徴とする請求項 1 6 に記載のイメージ素子。

【請求項 1 9】

前記マイクロレンズは前記光素子側に凸型の第 1 凸部面を備えることを特徴とする請求項 1 6 に記載のイメージ素子。

【請求項 2 0】

前記層間絶縁膜構造物は、

前記下部絶縁膜上に形成され、前記光素子開口部部位に該当する部位がオープンされた第 1 銅拡散防止膜と、

前記第 1 銅拡散防止膜上に形成され、前記光素子開口部部位に該当する部位がオープンされた第 1 層間絶縁膜を含むことを特徴とする請求項 1 6 に記載のイメージ素子。

【請求項 2 1】

前記第 1 層間絶縁膜は前記下部コンタクト上に形成されて信号を伝達するための第 1 導電性ラインを含むことを特徴とする請求項 2 0 に記載のイメージ素子。

【請求項 2 2】

前記層間絶縁膜構造物は、

10

20

30

40

50

前記第 1 層間絶縁膜上に形成され、前記光素子開口部部位に該当する部位がオープンされた第 2 乃至 n 次、(n は 2 以上の自然数) 銅拡散防止膜と、

前記第 2 乃至 n 次銅拡散防止膜上に各々形成され、前記光素子開口部に該当する部位がオープンされた第 2 乃至 n 次層間絶縁膜をさらに含むことを特徴とする請求項 20 に記載のイメージ素子。

【請求項 23】

前記 n 次層間絶縁膜は、

下部の導電性配線層と接続するビアコンタクトと、

前記ビアコンタクト上に形成され、信号を伝達するための導電性ラインを含むことを特徴とする請求項 22 に記載のイメージ素子。

10

【請求項 24】

前記ビアコンタクト及び導電性ラインと前記 n 次層間絶縁膜との間に前記 n 次層間絶縁膜に前記ビアコンタクト及び導電性ラインの構成物質が拡散することを防止するための絶縁膜拡散防止膜をさらに含むことを特徴とする請求項 23 に記載のイメージ素子。

【請求項 25】

前記ビアコンタクトの側面及び導電性ラインの側面と前記 n 次層間絶縁膜との間に前記 n 次層間絶縁膜に前記ビアコンタクト及び導電性ラインの構成物質が拡散することを防止するための絶縁膜拡散防止スペーサをさらに含むことを特徴とする請求項 23 に記載のイメージ素子。

【請求項 26】

前記光素子開口部の側壁上に形成された保護膜をさらに含むことを特徴とする請求項 16 に記載のイメージ素子。

20

【請求項 27】

前記保護膜は反射防止物質からなることを特徴とする請求項 26 に記載のイメージ素子。

【請求項 28】

前記光素子開口部の側壁上に形成されたバリヤースペーサをさらに含むことを特徴とする請求項 16 に記載のイメージ素子。

【請求項 29】

光素子が形成された基板上に前記光素子の上部に光を収集するための光素子開口部を有し、内部に少なくとも一つの不透明膜を有し、前記光素子の上部に光を収集するための上部表面から形成され前記不透明膜を通過するように前記光素子開口部が形成された層間絶縁膜構造物を形成する段階と、

30

前記開口部を埋める透明絶縁膜を形成する段階と、

前記絶縁膜上にカラーフィルタを形成する段階と、

前記カラーフィルタ上にマイクロレンズを形成する段階とを含むことを特徴とするイメージ素子の製造方法。

【請求項 30】

前記透明絶縁膜はスピンオン方法によりコーティングして形成することを特徴とする請求項 29 に記載のイメージ素子の製造方法。

40

【請求項 31】

前記層間絶縁膜構造物を形成する前に、前記光素子の上部に反射防止膜または反射防止パターンを形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 29 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 32】

前記層間絶縁膜構造物を形成する前に、前記基板上に形成された半導体素子を覆うように下部絶縁膜を形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 29 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 33】

前記層間絶縁膜構造物を形成する段階は、

50

前記下部絶縁膜上に第1不透明膜を形成する段階と、
前記第1不透明膜上に第1層間絶縁膜を形成する段階と、
前記第1層間絶縁膜及び前記第1不透明膜をパターンニングして前記光素子開口部を形成する段階とを含むことを特徴とする請求項32に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項34】

前記光素子開口部を形成する段階は、
前記第1層間絶縁膜及び前記第1不透明膜をパターンニングして導電性ラインを形成するためのトレンチ及び前記光素子の上部に位置する第1開口部を形成する段階と、
前記トレンチ及び前記第1開口部を埋める導電層を形成する段階と、
前記導電層をポリシングして前記トレンチには導電性ラインを形成し、前記第1開口部には第1ダミーパターンを形成する段階と、
前記第1ダミーパターンを選択的に除去する段階により実施されることを特徴とする請求項33に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項35】

前記トレンチ及び前記第1開口部の底面及び側面上に絶縁膜拡散防止膜を形成する段階をさらに含み、

前記第1ダミーパターンを除去する時、前記第1開口部の底面に形成された拡散防止膜は除去され、前記第1開口部の側面に拡散防止スペーサを形成することを特徴とする請求項34に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項36】

前記層間絶縁膜構造物を形成する段階は、
前記下部絶縁膜上に第1不透明膜を形成する段階と、
前記第1不透明膜上に第1層間絶縁膜を形成する段階と、
前記第1層間絶縁膜及び第1不透明膜の前記光素子開口部部位に該当する部位を除去して第1開口部を形成する段階と、
前記第1開口部を埋める第1ダミーパターンを形成する段階と、
前記第1ダミーパターンを除去して前記光素子開口部を形成する段階とを含むことを特徴とする請求項32に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項37】

前記層間絶縁膜構造物を形成する段階は、
前記第1層間絶縁膜及び第1ダミーパターン上に n 次（ n は2以上の自然数）不透明膜を形成する段階と、
前記 n 次不透明膜上に n 次層間絶縁膜を形成する段階と、
前記 n 次不透明膜及び前記層間絶縁膜の前記光素子開口部に該当する部位に n 次開口部を形成する段階と、
前記 n 次開口部を埋める n 次ダミーパターンを形成する段階からなる工程を1回以上反復的に実施する段階と、
前記光素子開口部部位に該当する部位の前記第2乃至 n 次ダミーパターンを除去する段階をさらに含むことを特徴とする請求項36に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項38】

前記第1ダミーパターン乃至前記 n 次ダミーパターンは一回のエッチング工程を実施して連続的に除去することを特徴とする請求項37に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項39】

前記 n 次ダミーパターンは前記 n 次開口部を完全に埋めることを特徴とする請求項37に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項40】

前記 n 次開口部内に前記 n 次開口部の深さより低い高さを有する $n-1$ 次絶縁膜ダミーパターンを各々形成する段階をさらに含み、

前記 n 次銅ダミーパターンは前記絶縁膜ダミーパターンをカバーしながら前記 m 次開口部を完全に埋めるように形成し、前記 n 次銅ダミーパターンの除去時に前記 $n-1$ 次絶縁

10

20

30

40

50

膜ダミーパターンも共に除去されることを特徴とする請求項 37 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 41】

前記 n 次開口部内の中央部位に前記 n 次開口部の深さと同一の高さを有する $n-1$ 次絶縁膜ダミーパターンを形成する段階をさらに含み、

前記 n 次銅ダミーパターンは前記絶縁膜ダミーパターンの側面を取り囲みながら、前記 n 次開口部を完全に埋めるように形成し、前記 n 次銅ダミーパターンの除去時に前記 $n-1$ 次絶縁膜ダミーパターンも共に除去されることを特徴とする請求項 39 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 42】

前記下部絶縁膜を形成する段階は、前記半導体基板と接続する下部コンタクトを形成する段階をさらに含み、

前記層間絶縁膜構造物を形成する段階は、前記下部コンタクトと連結される第 1 配線ラインを形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 32 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 43】

前記層間絶縁膜構造物を形成する段階は、

下部配線ラインと接続する第 1 ビアコンタクトを含み、前記第 1 ビアコンタクトの上部には前記ビアコンタクトと接続する第 2 配線ラインを含むことを特徴とする請求項 42 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 44】

前記層間絶縁膜構造物を形成する段階は、

前記第 1 ビアコンタクト及び第 2 配線ライン及び前記層間絶縁膜を構成する絶縁物との間に前記第 1 ビアコンタクト及び第 2 配線ラインを構成する物質が前記絶縁物に拡散されることを防止するために拡散防止膜を形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 43 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 45】

前記拡散防止膜は、

前記第 1 ビアコンタクトの側面及び前記配線ラインの底面及び側面に形成することを特徴とする請求項 44 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 46】

前記拡散防止膜は、

前記第 1 ビアコンタクトの側面及び前記配線ラインの側面に形成することを特徴とする請求項 44 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 47】

前記層間絶縁膜構造物を形成する段階は、

前記下部絶縁膜上に第 1 不透明膜を形成する段階と、

前記第 1 不透明膜上に第 1 層間絶縁膜を形成する段階と、

前記第 1 層間絶縁膜上に n 次 (n は 2 以上の自然数) 不透明膜を形成する段階と、

前記 n 不透明膜上に n 次層間絶縁膜を形成する段階と、

前記光素子開口部部位に該当する部位の前記 n 次層間絶縁膜、 n 次不透明膜、前記第 1 層間絶縁膜及び前記第 1 不透明膜を部分的に除去して前記光素子開口部を形成する段階とを含むことを特徴とする請求項 32 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 48】

前記光素子開口部の側壁上に反射防止物質からなる保護膜を形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 32 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 49】

前記光素子開口部の側壁上に拡散防止物質からなる拡散防止スペーサを形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 29 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 50】

10

20

30

40

50

光素子及び前記光素子を駆動するための半導体素子が形成された半導体基板上に前記半導体素子と接続する下部コンタクトを有する下部絶縁膜を形成する段階と、

前記下部絶縁膜上に第1銅拡散防止膜を形成する段階と、

前記第1銅拡散防止膜上に第1層間絶縁膜を形成する段階と、

前記第1層間絶縁膜及び前記第1銅拡散防止膜を部分的に除去して、第1層間絶縁膜に前記下部銅コンタクトと接続する銅配線ラインを形成するための第1トレンチ及び前記光素子の上部に光を収集するための光素子開口部に相応する第1ダミー開口部を形成する段階と、

前記第1トレンチを埋める第1銅配線ライン及び前記第1ダミー開口部を埋める第1ダミーパターンを形成する段階と、

前記第1ダミーパターンを有する第1層間絶縁膜上に第2銅拡散防止膜を形成する段階と、

前記第2銅拡散防止膜上に第2層間絶縁膜を形成する段階と、

前記第2層間絶縁膜及び前記第2銅拡散防止膜を部分的に除去して配線形成領域の第2層間絶縁膜の下部には前記第1銅配線ラインと接続する第1ビアホール及びその上部には第2銅配線ラインを形成するための第2トレンチを形成し、前記第1ダミーパターンを露出させる第2ダミー開口部を形成する段階と、

前記第1ビアホール及び第2トレンチを各々埋める第1ビアコンタクト及び第2銅配線ラインと、前記第2ダミー開口部を埋める第2ダミーパターンを形成する段階と、

前記第2ダミーパターン及び前記第1ダミーパターンを除去して前記光素子開口部を形成する段階と、

前記光素子開口部を埋めると、スピノン絶縁膜を形成する段階と、

前記スピノン絶縁膜上にカラーフィルタを形成する段階と、

前記カラーフィルタ層上にマイクロレンズを形成する段階とを含むことを特徴とするイメージ素子の製造方法。

【請求項51】

前記第1ビアコンタクト、前記第2銅配線ライン及び第2ダミーパターンを形成する段階は、

前記第1ビアホール、第2トレンチ及び第2ダミー開口部を埋める銅層を形成する段階と、

前記銅層を前記第2層間絶縁膜が露出されるまで平坦化して形成することを特徴とする請求項50に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項52】

前記第2ダミー開口部は前記第1ダミーパターンの周辺部を露出するように形成し、

前記第2ダミー開口部の中央部には前記第2層間絶縁膜のダミーパターンを形成し、

前記第2ダミーパターンは前記第2層間絶縁膜のダミーパターンの側面を取り囲みながら、前記第2ダミー開口部を埋めるように形成することを特徴とする請求項50に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項53】

前記ビアホールのデザイン大きさと前記第2層間絶縁膜のダミーパターンと前記層間絶縁膜間の距離である前記ダミー開口部の幅は同一であることを特徴とする請求項52に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項54】

前記第2ダミー開口部は前記第1ダミーパターンの周辺部を露出するように形成し、

前記第2ダミー開口部の中央部には前記第2層間絶縁膜のダミーパターンを形成し、

前記トレンチを形成する時、前記第2層間絶縁膜のダミーパターンの上部もエッチングされて絶縁膜ダミーパターンを形成し、

前記第2ダミーパターンは前記絶縁膜ダミーパターンはカバーしながら前記第2ダミーパターンを埋めるように形成することを特徴とする請求項50に記載のイメージ素子の製造方法。

10

20

30

40

50

【請求項 5 5】

前記第 1 ビアホール、第 2 トレンチ及び前記第 2 ダミー開口部の内面に絶縁膜拡散防止膜を形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 5 0 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 5 6】

前記第 2 ダミー開口部の底面に形成された拡散防止膜は前記第 1 及び第 2 ダミーパターンを除去する時、共に除去されることを特徴とする請求項 5 5 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 5 7】

前記第 1 ビアホール、第 2 トレンチ及び前記第 2 ダミー開口部の内側面に絶縁膜拡散防止スペーサ膜を形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 5 0 に記載のイメージ素子の製造方法。

10

【請求項 5 8】

前記層間絶縁膜構造物を形成する前に前記光素子の上部に反射防止膜または反射防止パターンを形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 5 0 に記載のイメージ素子の製造方法。

【請求項 5 9】

前記光素子開口部の側壁上に反射防止物質からなる保護膜を形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 5 0 に記載のイメージ素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明はイメージ素子及びその製造方法に関するものであり、より詳細には、C I S (C M O S I m a g e S e n s e) 装置及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

イメージセンサーは 1 次元または 2 次元以上の光学情報を電気信号に変換する装置である。イメージセンサーの種類としては、撮像管と固体撮像素子に分類される。撮像管はテレビを中心にして画像処理技術を駆使した計測、制御、認識などで広く使用され、応用技術が発展されてきた。市販される固体イメージセンサーは M O S (M e t a l - o x i d e - s e m i c o n d u c t o r) 形と C C D (c h a r g e c o u p l e d d e v i c e) 形の二つ種類がある。

30

【0003】

C M O S イメージセンサーは C M O S 技術を利用して光学的イメージを電氣的信号に変換させる素子である。C M O S イメージセンサーは 1 9 6 0 年代開発されたが、F P N (F i x e d P a t t e r n N o i s e) のようなノイズによってイメージ品質 (I m a g e Q u a l i t y) が C C D に比べて劣等し、C C D に比べて回路が複雑であり、集積密度 (P a c k i n g D e n s i t y) が低く、費用面では C C D に比べて差異がなく、チップ大きさが大きくて 1 9 9 0 年代までそれ以上の開発は進行されなかった。

【0004】

40

1 9 9 0 年代後半に入って、C M O S 工程技術の発達及び信号処理アルゴリズムなどの改善によって、既存の C M O S イメージセンサーが有している短所が克服された。また、選択的に C C D 工程を C M O S イメージセンサーに適用することによって製品の質が改善されてイメージセンサーに使用されて来た。

【0005】

最近、デジタルカメラ、携帯電話のカメラ、ドアフォンのカメラなどイメージセンサーに対する需要が増加しながら、C I S 装置に対する需要も幾何級数的に増加している。これにより、各種応用製品で高性能の C I S 装置が要求されている。このような要求に応じて 0. 1 8 ミクロンのデザインルールを利用して C I S 装置を開発するために、工程開発を進行し、次世代イメージセンサーは 0. 1 3 ミクロンデザインルールによる工程開発を

50

必要とする。

【 0 0 0 6 】

一般に、0.13ミクロン以下の小さいパターンを有する半導体装置は、アルミニウムを利用した金属配線コンタクトを形成することが困難である。従って、アルミニウムの代わりに銅を利用した金属配線コンタクトを適用することが望ましい。しかし、銅を利用した金属配線コンタクトを形成する場合には、層間絶縁膜（IMD）での銅の拡散を防止し、エッチングストップパとして不透明膜な物質であるSiN、SiCなどを利用して拡散防止膜を形成する必要がある。このような物質の使用は外部に光を受け入れて反応しなければならないフォトダイオードを有するイメージ素子においては相当に致命的である。従って、フォトダイオード上部上の物質が除去されなければ、フォトダイオードまで外部光が到達されなくて、イメージセンサーとして動作しない。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、0.13μm以下の工程で製造することができる新規な構造のイメージ装置を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

本発明の他の目的は、新規なイメージ装置を製造するに、特に適しているイメージ装置の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【 0 0 0 9 】

上述した目的を達成するための本発明によると、光素子が形成された基板と、前記基板上に形成され、内部に少なくとも一つの不透明膜を有し、前記光素子上に光を収集するために、その上部表面から前記不透明膜を通過するように形成されている光素子開口部を有する層間絶縁膜構造物と、前記開口部を埋める透明絶縁膜と、前記絶縁膜上に形成されているカラーフィルタと、前記カラーフィルタ層上に形成されたマイクロレンズとを含むイメージ素子が提供される。

【 0 0 1 0 】

本発明の一実施形態によると、前記層間絶縁膜構造物は内部に銅配線ラインまたは銅コンタクトを含み、前記不透明膜は前記銅配線ラインまたは銅コンタクトの銅金属が拡散することを防止するための銅拡散防止物質からなる。

30

【 0 0 1 1 】

上述した他の目的を達成するための本発明によると、光素子が形成された基板上に前記光素子の上部に光を収集するための光素子開口部を有し、内部に少なくとも一つの不透明膜を有し、前記光素子の上部に光を収集するための上部表面から形成され前記不透明膜を通過するように前記光素子開口部が形成された層間絶縁膜構造物を形成する段階と、前記開口部を埋める透明絶縁膜を形成する段階と、前記絶縁膜上にカラーフィルタを形成する段階と、前記カラーフィルタ上にマイクロレンズを形成する段階とを含むイメージ素子の製造方法を提供する。

【 0 0 1 2 】

40

本発明によると、銅拡散防止膜を使用してコンタクトを、銅を使用して形成することができる。フォトダイオードの上部にフォトダイオード開口部を形成することにより、銅拡散防止膜の形成による光遮断を防止することができる。従って、銅配線を利用した0.13μm以下工程によりCMOSイメージセンサーを製造することができる。また、本発明のイメージ素子はマイクロレンズの下部に凸部を形成することにより、集光効率を向上させることができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によると、CMOSイメージセンサーのコンタクトを銅で形成し、これにより発生される銅の拡散を防止することができる銅拡散防止膜も形成し、この銅拡散防止膜の形

50

成により遮断された外部の光が透過されることができるよう、フォトダイオードオープン部を形成することにより、 $0.13\mu\text{m}$ 以下工程でCMOSイメージセンサーの性能を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の望ましい一実施形態をより詳細に説明する。

【実施例1】

【0015】

図1は本発明の実施形態1によるイメージ素子を示す断面図である。

【0016】

図1に示すように、フィールド酸化膜102により限定された活性領域の表面部位にフォトダイオード110のような受光素子が備えられた半導体基板100が備えられる。半導体基板100上にスイッチング素子であるトランジスタ120が形成されている。各々のトランジスタ120は半導体基板100上にゲート絶縁膜112を介在して形成されたゲート電極114間に形成されたソース/ドレイン領域122を含む。ゲート電極の両側壁にはスペーサ116が形成されている。

【0017】

トランジスタ120が形成された半導体基板100上には酸化シリコンのような透明な材質からなる下部絶縁膜130が形成されている。下部絶縁膜130の所定部位にはトランジスタ120のソース/ドレイン領域122のゲート電極114と電気的に連結される下部コンタクト140が形成される。下部コンタクト140は銅、チタンまたはタングステンなどのような金属物質で形成される。下部コンタクト140と下部絶縁膜130との間には下部コンタクト140を構成する金属物質が下部絶縁膜130に拡散されることを防止するための下部絶縁膜拡散防止膜パターンである第1バリヤー金属膜パターン401が形成されている。下部コンタクト140がチタンまたはタングステンを使用して形成される場合には、第1バリヤー金属膜パターン401は形成しないこともできる。

【0018】

下部絶縁膜130上には光を収集するための光素子開口部としてフォトダイオード光開口部272を有する層間絶縁膜構造物105が形成されている。層間絶縁膜構造物105は内部に不透明膜である少なくとも一つの銅拡散防止膜を含む。前記フォトダイオード光開口部272は層間絶縁膜構造物105の上部表面から銅拡散防止膜を通過するように形成し、外部からの光がフォトダイオード光開口部272を通過してフォトダイオード110に到達できるようにする。

【0019】

層間絶縁膜構造物105は下部コンタクト140を含む下部絶縁膜130上に部分的に形成された第1銅拡散防止膜150を含む。即ち、光素子開口部に相応する部位であるフォトダイオード110の上部（即ち、フォトダイオード光開口部272に相応する部位）を除外した領域に下部絶縁膜130を覆うように第1銅拡散防止膜150が形成されている。第1銅拡散防止膜150はSiC、またはSiN系列の物質として、 $200\sim 1000\text{\AA}$ 、望ましくは $300\sim 700\text{\AA}$ の厚さを有する。SiCは必要によって窒素または酸素などの不純物が含まれることができ、SiNは必要によって酸素のような不純物が含まれ得る。

【0020】

第1銅拡散防止膜150上に第1層間絶縁膜160が形成されている。第1層間絶縁膜160には下部コンタクト140と電気的に接続され、導電性ラインである銅物質からなる下部銅配線ライン170が形成される。第1層間絶縁膜160は透明または不透明膜な材質で形成することができる。下部銅配線ライン170の側壁及び底面には下部銅配線ライン170を構成する銅物質が第1層間絶縁膜160に拡散することを防止するための第1層間絶縁膜拡散防止膜パターンである第2バリヤー金属膜パターン411が形成されている。

10

20

30

40

50

【0021】

下部銅配線ライン170を含む第1層間絶縁膜160上に200~1000Å、望ましくは300~700Å程度の厚さを有する第2銅拡散防止膜180が形成される。

【0022】

第2銅拡散防止膜180上に第2層間絶縁膜190が形成される。第2層間絶縁膜190には下部銅配線ライン170と接続する第1ビア銅コンタクト200a及び第1ビア銅コンタクト200aを互いに連結させ、信号を伝達するための導電性ラインである第1銅配線ライン200bを含む第1配線200が形成される。第1配線200と第2層間絶縁膜190の間には第1配線200を構成する物質が第2層間絶縁膜190に拡散されることを防止するための第2層間絶縁膜拡散防止膜パターンである第3バリヤー金属膜パターン421が形成されている。

10

【0023】

第2層間絶縁膜190上には第3銅拡散防止膜210及び第3層間絶縁膜220が形成される。第3層間絶縁膜220内には第1配線200と電気的に接続する第2銅コンタクト230a及び第2銅コンタクト230aを互いに連結させ、信号を伝達するための導電性ラインである第2銅配線ライン230bを含む第2配線230が形成される。第2配線230と第3層間絶縁膜220の間には第3配線260を構成する物質が第3層間絶縁膜220に拡散されることを防止するための第3層間絶縁膜拡散防止膜パターンである第4バリヤー金属膜パターン431が形成されている。

【0024】

第3層間絶縁膜220上には同一に、第4銅拡散防止膜240及び第3配線260を含む第4層間絶縁膜250が形成される。第3配線260は第1及び第2配線200、230と同様に、第2配線230と電気的に接続する第3銅コンタクト260a及び第3銅コンタクト260aを互いに連結させ、信号を伝達するための導電性ラインである第3銅配線ライン260bを含む。同様に、第3配線260と第4層間絶縁膜250との間には第3配線260を構成する物質が第4層間絶縁膜250に拡散されることを防止する第4層間絶縁膜拡散防止膜パターンである第5バリヤー金属膜パターン441が形成されている。

20

【0025】

フォトダイオード110上に位置する下部絶縁膜130上には、第1銅拡散防止膜150、第1層間絶縁膜160、第2銅拡散防止膜180、第2層間絶縁膜190、第3銅拡散防止膜210、第3層間絶縁膜220、第4銅拡散防止膜240及び第4層間絶縁膜250を貫通して連続してフォトダイオード光開口部272が形成される。

30

【0026】

第4層間絶縁膜250上に、フォトダイオード光開口部272を露出しながら、多層の配線を保護する第1保護膜パターン270が形成される。

【0027】

フォトダイオード光開口部272及び第1保護膜パターン270のプロファイルに沿って第2保護膜280が形成される。

【0028】

フォトダイオード光開口部272内の第2保護膜280上には、上部面が凹形状（第1凹部）を有する透明な絶縁物質からなるスピノン絶縁膜（spin-on dielectrics）290が形成されている。スピノン絶縁膜290はフォトダイオード光開口部272を完全に埋めるように形成される。

40

【0029】

スピノン絶縁膜290上に凹部を埋めながら上部面が凹形状（第2凹部）を有するカラーフィルタ300が形成される。

【0030】

カラーフィルタ300上に、フォトダイオード110に光を集めるためのマイクロレンズ310が形成される。マイクロレンズ310はフォトダイオード光開口部272の領域

50

で上部面は凸型の半球形を有し、下部面はカラーフィルタ 300 の上部面の第 2 凹部の凹形状に沿ってフォトダイオード 110 に向かって凸形状を有する。

【0031】

イメージ素子では、マイクロレンズ 310 の上部面は凸型の半球形を有し、下部面は凹型の半球形を有するので、上部面のみ凸形状を有するマイクロレンズに比べて光の集光度が高い。従って、外部の光が下部のフォトダイオードまで到達するにさらに容易になって、イメージ素子の特性を向上させる。

図 2 乃至図 17 は本実施形態によるイメージ素子を製造するためのイメージ素子の製造方法を示す断面図である。

【0032】

図 2 に示すように、半導体基板 100 の上部にフィールド酸化膜 102 を形成して活性領域を限定する。活性領域の表面部位にフォトダイオード 110 のような受光素子を形成し、フォトダイオード 110 と接続するように、半導体基板 100 上にフォトダイオード 110 のスイッチング素子であるトランジスタ 120 を形成する。

【0033】

トランジスタ 120 は半導体基板 100 にゲート絶縁膜 112 を介在して形成されたゲート電極 114 と、ゲート電極 114 間の半導体基板 100 下に不純物領域であるソース／ドレイン領域 122 を含む。ゲート電極 114 の両側壁にスペーサ 116 を形成する。

【0034】

次に、トランジスタ 120 が形成された半導体基板 100 を覆うように下部絶縁膜 130 を形成する。下部絶縁膜 130 は透明な材質で形成する。下部絶縁膜 130 に使用することができる透明な物質としては酸化シリコン系物質などを挙げることができる。

【0035】

下部絶縁膜 130 に通常的なフォトリソグラフィ工程によりトランジスタ 120 のソース／ドレイン領域 122 の表面部位とゲート電極 114 の上部表面部位を露出させるコンタクトホール 132 を形成する。

【0036】

続いて、コンタクトホール 132 の側面と底面及び下部絶縁膜 130 上部面のプロファイルに沿って下部絶縁膜拡散防止膜である第 1 バリヤー金属膜 400 を 50 ～ 500 Å の厚さで形成する。第 1 バリヤー金属膜 400 は以後に銅蒸着工程時に銅成分が下部絶縁膜 130 内に拡散されることを防止するために形成される膜である。第 1 バリヤー金属膜 400 は例えば、タンタル膜または窒化タンタル膜またはタンタル膜上に窒化タンタル膜が蒸着された複合膜で形成することができる。上述したように、下部コンタクト 140 をタングステンやチタンを使用する場合には、第 1 バリヤー金属膜 400 の形成は省略することができる。

【0037】

図 3 に示すように、コンタクトホール 132 を埋めるように、前記第 1 バリヤー金属膜 400 上にチタンやタングステンを蒸着して下部金属層 138 を形成する。チタンやタングステンは化学気相蒸着方法や、スパッタリング方法を利用する。下部コンタクトを銅で作ることができるが、銅は下部に存在するシリコン基板に拡散され易いので、これを防止するためにチタンやタングステンを利用することがさらに望ましい。

【0038】

図 4 に示すように、チタンやタングステンからなる下部金属層 138 及び第 1 バリヤー金属膜 400 を下部絶縁膜 130 の表面が露出されるまで化学機械的研磨方法により研磨して、コンタクトホール 132 を埋める下部コンタクト 140 を形成する。ここで、第 1 バリヤー金属膜 400 は下部コンタクト 140 の側壁及び底面上に下部絶縁膜拡散防止膜パターンである第 1 バリヤー金属膜パターン 401 に残留することになる。

【0039】

下部コンタクト 140 を有する下部絶縁膜 130 上に第 1 銅拡散防止膜 150 を形成す

10

20

30

40

50

る。第1銅拡散防止膜150は以後に実施される熱処理工程で銅の拡散を防止し、以後のエッチング工程でエッチングストップとして役割をする。第1銅拡散防止膜150の下部には銅の拡散に敏感であるトランジスターがあるので、第1銅拡散防止膜150を使用することが望ましい。第1銅拡散防止膜150はSiC、またはSiN系列の物質として、200～1000Å、望ましくは300～700Åの厚さを有するように形成する。SiCは必要により、窒素または酸素などの不純物が含まれることができ、SiNは必要により酸素のような不純物が含まれることができる。

【0040】

第1銅拡散防止膜150は銅の拡散防止と追後エッチング工程でのストップとして作用するので、使用することが望ましい。しかし、第1銅拡散防止膜150はSiC、SiNのような不透明膜な物質により構成されているために、外部から光がフォトダイオード110に到達するためにはフォトダイオード110の上部に存在する第1銅拡散防止膜150は除去される必要がある。

【0041】

続いて、第1銅拡散防止膜150上に第1層間絶縁膜160を形成する。第1層間絶縁膜160はシリコン酸化物のような透明な材質で形成することができる。しかし、フォトダイオード110の上部に存在する第1層間絶縁膜160は後に除去されるので、不透明な材質で形成することもできる。

【0042】

図5に示すように、通常のリソグラフィ工程により、第1層間絶縁膜160及び第1銅拡散防止膜150を部分的に除去して下部コンタクト140を露出する第1トレンチ162を形成する。同時に、フォトダイオード110の上に位置する第1層間絶縁膜160及び第1銅拡散防止膜150をエッチングして、下部絶縁膜130が底面に露出される第1ダミーホール164を形成する。ここで、第1ダミーホール164底面はフォトダイオード110の上部面と対応するように形成する。

【0043】

次に、第1トレンチ162及び第1ダミーホール164のプロファイルに沿って第1トレンチ162、第1ダミーホール164及び第1層間絶縁膜160上に第1層間絶縁膜の拡散防止膜である第2バリヤー金属膜410を50～500Åの厚さで形成する。第2バリヤー金属膜410は以後に銅蒸着工程時に銅成分が下部絶縁膜130及び第1層間絶縁膜160内に拡散されることを防止するために形成される膜である。第2バリヤー金属膜410は、例えば、タンタル膜または窒化タンタル膜またはタンタル膜上に窒化タンタル膜が蒸着された複合膜で形成することができる。

【0044】

続いて、第1トレンチ162及び第1ダミーホール164を埋めるように、第2バリヤー金属膜410上に銅を蒸着して第2銅層159を形成する。第2銅層159は、まず、銅シード(see d)をスパッタリング方法により蒸着した後、電気鍍金法により形成する。第2銅層159を無電解鍍金法で形成することもできる。

【0045】

図6に示すように、第1層間絶縁膜160の上部面が露出されるように、前記第2銅層159及び第1層間絶縁膜160の上部表面上に存在する第2バリヤー金属膜410を化学的機械的研磨方法により研磨して第1トレンチ162内には下部コンタクト140と連結され、銅からなる導電性ラインの下部銅配線ライン170を形成し、第1ダミーホール164内には銅からなる第1ダミーパターン172を形成する。ここで、第1トレンチ162の側壁及び底面上には第2バリヤー金属膜410が第2バリヤー金属膜パターン411として残留する。即ち、下部銅配線ライン170と第1層間絶縁膜160との間に第2バリヤー金属膜410が第1層間絶縁膜拡散防止膜である第2バリヤー金属膜パターン411に残留して、下部銅配線ライン170及び第1ダミーパターン172を構成する金属物質が第1層間絶縁膜160に拡散されることを防止する。

【0046】

10

20

30

40

50

また、第1ダミーホール164の側壁及び底面上に、第1ダミーパターン172と下部絶縁膜130及び第1層間絶縁膜160間には第1ダミーバリアー金属膜パターン413が形成される。

【0047】

図7に示すように、下部銅配線ライン170及び第1ダミーパターン172を含む第1層間絶縁膜160上に200～1000Å、望ましくは300～700Å程度の厚さで第2銅拡散防止膜180を形成する。第2銅拡散防止膜180はSiC、SiNのような不透明膜な物質により構成される。

【0048】

第2銅拡散防止膜180上に第2層間絶縁膜190を形成する。第2層間絶縁膜190は第1層間絶縁膜160と同一である方法により、約2000～20000Åの厚さを有するように形成する。

【0049】

図8に示すように、下部銅配線ライン170上に位置する第2層間絶縁膜190部位を通常のフォトリソグラフィ工程によりエッチングして、底面に第2銅拡散防止膜180が露出される第1予備ビアホール192を形成する。同時に、フォトダイオード110の上に位置する第2層間絶縁膜190を部分的に除去して、底面に第2銅拡散防止膜180が露出される第2予備ビアホール194を形成する。

【0050】

図9に示すように、通常のフォトリソグラフィ工程を実施して第1予備ビアホール192を経るトレンチをパターンニングするためのフォトレジストパターン185を形成する。フォトレジストパターン185をエッチングマスクに第2層間絶縁膜190の所定部位を2000～10000Åの深さにエッチングして、第1予備ビアホール192の上部に第2トレンチ196を形成する。エッチング工程を実施するの間に、第1予備ビアホール192の底面部がオープンされているが、第2層間絶縁膜190と第2銅拡散防止膜180間のエッチング選択比が高いために、第1予備ビアホール192の底面の第2銅拡散防止膜180は部分的に第1予備ビアホール192の底面部に残留する。従って、第2トレンチ196の形成のためのエッチング工程を実施しても、第2銅拡散防止膜180の下に形成された膜は殆ど損傷されない。

【0051】

続いて、フォトレジストパターン185をストリップし、第1予備ビアホール192及び第2予備ビアホール194底面に残っている第2銅拡散防止膜180を除去して、底面に下部銅配線ライン170を露出する第1ビアホール198及び第1ダミーパターン172を露出する第1ダミーホール195を形成する。ここで、第2トレンチ196及び第1ビアホール198は以後の工程により下部銅配線ライン170と電氣的に連結される配線が形成される領域である。

【0052】

本実施形態では、まず第1予備ビアホール192を形成し、次に第1予備ビアホール192の上部を経る第2トレンチ196を形成する工程を例として説明したが、通常第1ビアホール198と第2トレンチ196を形成する工程であれば、本実施形態に含まれ得る。例えば、まず、第1ビアホール198を含む下部層間絶縁膜を形成した後、第1ビアホール198を導電性物質に埋めて、ビア銅コンタクトを形成した後、下部層間絶縁膜にトレンチを有する上部層間絶縁膜を形成することもできる。また、第2トレンチ196を先に形成し、第1ビアホール198を後に形成することもできる。

【0053】

図10に示すように、第2バリアー金属膜410の形成時と同様に、第1ビアホール198、第2トレンチ196、第1ダミーホール195及び第2層間絶縁膜190のプロファイルに沿って第3バリアー金属膜420を形成する。第2トレンチ196、第1ビアホール198及び第1ダミーホール195を埋めるように結果物の全面に銅を蒸着して第3銅層199を形成する。第3銅層199は下部金属層138及び第2銅層159で同一で

10

20

30

40

50

ある方法により銅シード (Seed) をスパッタリング方法により蒸着した後、電気鍍金法により形成する。

【0054】

図11に示すように、第3銅層199及び第3バリヤー金属膜420を第2層間絶縁膜190の上部表面が露出されるまで化学的機械的研磨方法により研磨して、第2トレンチ196と第1ビアホール198内には下部銅配線ライン170と連結される第1配線200を形成し、第1ダミーホール195には第1ダミーパターン172と連結される第2ダミーパターン202を形成する。第1配線200は下部銅配線ライン170と直接連結される第1銅コンタクト200aと第1銅コンタクト200a間を連結する第1銅配線ライン200bにより構成される。

10

【0055】

ここで、第2トレンチ196及び第1ビアホール198の側壁及び底面上には第3バリヤー金属膜420が第3バリヤー金属膜パターン421として残留する。即ち、第1配線200と第2層間絶縁膜190間に第3バリヤー金属膜420が第2層間絶縁膜拡散防止膜である第3バリヤー金属膜パターン421に残留して、第1配線200を構成する金属物質が第2層間絶縁膜190に拡散されることを防止する。

【0056】

また、第1ダミーホール195の側壁及び底面上に、前記第2ダミーパターン202と第1ダミーパターン172及び第2層間絶縁膜190間には第2ダミーバリヤー金属膜パターンが形成される。

20

【0057】

図12に示すように、第1配線200及び第2ダミーパターン202を含む第2層間絶縁膜190上に図7から図10で説明したことと同一である方法により構成を実施して、第3銅拡散防止膜210を形成し、第3銅拡散防止膜210上に第2配線230及び第3ダミーパターン232を含む第3層間絶縁膜220を形成する。

【0058】

具体的に、第1配線200及び第2ダミーパターン202を含む第2層間絶縁膜190上に第3銅拡散防止膜210を形成する。第3銅拡散防止膜210上に第3層間絶縁膜220を形成する。第3層間絶縁膜220は第2層間絶縁膜190と同一方法により約1000～20000Å厚さを有するように形成する。

30

【0059】

通常的なフォトリソグラフィ工程により、前記第3層間絶縁膜220の所定部位をエッチングして第3銅拡散防止膜210を露出する第2予備ビアホールを形成する。同時に、フォトダイオードの上部に存在する第3層間絶縁膜220を除去して第3銅拡散防止膜210を露出する第3予備ビアホールを形成する。

【0060】

続いて、通常フォトリソグラフィ工程により第3層間絶縁膜220が所定部位をエッチングして第2予備ビアホールの上部を経る第3トレンチを形成する。第2予備ビアホール及び第3予備ダミーホール底面に露出される第3銅拡散防止膜210を除去して第2ビアホール及び第3ダミーホールを形成する。第3トレンチ及び第2ビアホールは後続工程を通じて第1配線200と電気的に連結される第2配線が形成される。

40

【0061】

続いて、第2バリヤー金属膜形成時と同様に、第3トレンチ、第2ビアホール及び第3ダミーホールの第3層間絶縁膜220のプロファイルに沿って第4バリヤー金属膜(図示せず)を形成する。次に、第3トレンチ、第2ビアホール及び第3ダミーホールを埋めるように結果物の全面に銅を蒸着して第3銅層(図示せず)を形成する。第3銅層を第3層間絶縁膜220の上部表面が露出されるまで、化学的機械的研磨方法により研磨して第3トレンチ及び第2ビアホールには第1配線200と電気的に連結される第2配線230が形成され、第3ダミーホールには第2ダミーパターン202と連結される第3ダミーパターン232が形成される。第2配線230は第1配線200と直接連結される第2銅コン

50

タクト 2 3 0 a と第 2 銅コンタクト 2 3 0 a 間を連結する第 2 銅配線ライン 2 3 0 b により構成される。

【 0 0 6 2 】

ここで、第 3 トレンチ及び第 2 ビアホール of 側壁及び底面上には、第 4 バリヤー金属膜は第 4 バリヤー金属膜パターン 4 3 1 として残留する。即ち、第 2 配線 2 3 0 と第 3 層間絶縁膜 2 2 0 との間に第 4 バリヤー金属膜が第 3 層間絶縁膜拡散防止膜である第 4 バリヤー金属膜パターン 4 3 1 に残留して、第 2 配線 2 3 0 を構成する金属物質が第 3 層間絶縁膜 2 2 0 に拡散されることを防止する。

【 0 0 6 3 】

また、第 3 ダミーホールの側壁及び底面上に、第 3 ダミーパターン 2 3 2 と第 2 ダミーパターン 2 0 2 及び第 3 層間絶縁膜 2 2 0 との間には、第 3 ダミーバリヤー金属膜パターン 4 3 3 が形成される。

10

【 0 0 6 4 】

図 1 3 に示すように、図 1 2 で説明したことと同一である方法により、第 2 配線 2 3 0 及び第 3 ダミーパターン 2 3 2 を含む第 3 層間絶縁膜 2 2 0 上に第 4 銅拡散防止膜 2 4 0 を形成する。続いて、第 2 配線 2 3 0 と電氣的に連結される第 3 配線 2 6 0 及び第 3 ダミーパターン 2 3 2 の上部面に形成される第 4 ダミーパターン 2 6 2 を含む第 5 層間絶縁膜を形成する。第 3 配線 2 6 0 は第 2 配線 2 3 0 と直接連結される第 3 銅コンタクト 2 6 0 a と第 3 銅コンタクト 2 6 0 a 間を連結する第 3 銅配線ライン 2 6 0 b により構成される。

20

【 0 0 6 5 】

同様に、第 4 トレンチ及び第 4 ビアホール of 側壁及び底面上には第 5 バリヤー金属膜パターン 4 4 1 が形成され、第 4 ダミーホールの側壁及び底面上に、第 4 ダミーパターン 2 6 2 と第 3 ダミーパターン 2 3 2 及び第 4 層間絶縁膜 2 5 0 間には、第 4 ダミーバリヤー金属膜パターン 4 4 3 が形成される。

【 0 0 6 6 】

図 7 乃至図 1 1 に示すように、フォトダイオード 1 1 0 上には、不透明膜である銅拡散防止膜が残留しないようにして、トランジスター 1 2 0 のソース及びドレインと電氣的に連結される銅配線を多層により構成することができる。

【 0 0 6 7 】

本実施形態では、4 層の配線構造を例として説明したが、必要によっては、図 6 のような単一層の配線構造を有することもでき、n (2 以上の自然数) 層の配線構造を有することもできる。例えば、5 層の配線構造が必要である場合には、第 5 銅拡散防止膜と第 5 層間絶縁膜を形成する。

30

【 0 0 6 8 】

続いて、第 3 配線 2 6 0 及び第 4 ダミーパターン 2 6 2 を含む第 4 層間絶縁膜 2 5 0 上に保護膜を形成した後、保護膜をフォトリソグラフィ工程によりパターンニングして第 1 保護膜パターン 2 7 0 を形成する。第 1 保護膜パターン 2 7 0 はシリコン窒化膜またはシリコン炭化膜で形成することができる。

【 0 0 6 9 】

保護膜はシリコン窒化膜 (またはシリコン炭化膜) 上にシリコン酸化膜を蒸着する多層膜で形成することもできる。S i N または S i C は銅拡散 (C u d i f f u s i o n) を防止してくれるので、必ず使用しなければならないが、非常に厚く使用する場合 S i C または S i N は蒸着速度が遅いために、費用が増加し、S i C または S i N 膜を厚く蒸着する場合、ストレスによりクラック (c r a c k) が発生することがある。従って、S i C (または S i N 膜) 単一膜で形成することができるが、必要によっては S i C / S i O₂ 構造を有する多層膜で形成することができる。第 1 保護膜パターン 2 7 0 は多層で形成される配線上に形成され、第 4 ダミーパターン 2 6 2 と第 4 ダミーパターン 2 6 2 の周辺の第 4 層間絶縁膜 2 5 0 を部分的に露出する開口部を有する。

40

【 0 0 7 0 】

50

図14に示すように、露出された第4ダミーパターン262及び第4ダミーバリアー金属膜パターン443をエッチングし、続いて、第3ダミーパターン232及び第3ダミーバリアー金属膜パターン433、第2ダミーパターン202及び第1ダミーバリアー金属膜パターン423、また、第1ダミーパターン172及び第1ダミーバリアー金属膜パターン413をエッチングして下部絶縁膜130が底面に露出されるフォトダイオード光開口部272を形成する。第1乃至第4ダミーパターン172、202、232、262は同一な金属物質である銅で形成されている。だから、エッチング工程は下部絶縁膜130及び第1乃至第4層間絶縁膜160、190、220、250及び第1保護膜パターン270に比べて高選択比を有しながら、銅物質をエッチングする高い選択比を有するウェットエッチング液を使用して実施する。また、第1乃至第4ダミーバリアー金属膜パターン413、423、433、443は第1乃至第4ダミーパターン172、202、232、262とは他の金属物質からなっているので、バリアー金属膜をエッチングするためのエッチング液と銅物質からなる銅エッチング液を交替に使用してエッチング工程を実施する。第1乃至第4ダミーバリアー金属膜パターン413、423、433、443はドライエッチングも可能であるために、ウェットエッチング液を利用したウェットエッチング方法代わりに、エッチングガスを使用したドライエッチング法を使用することもできる。

【0071】

続いて、通常の洗浄工程を実施して、内部に不透明膜である第1乃至第4銅拡散防止膜150、180、210、240を有し、光素子であるフォトダイオード110上に光を収集するために、上部表面から不透明膜である第1乃至第4銅拡散防止膜150、180、210、240を通過するように形成されたフォトダイオード光開口部272を有する層間絶縁膜構造物105を完成する。

【0072】

図15に示すように、フォトダイオード光開口部272及び第1保護膜パターン270のプロファイルに沿って、第2保護膜280を形成する。即ち、フォトダイオード光開口部272の内側壁及び底面上に第2保護膜280が形成される。第2保護膜280は透明な材質で形成し、化学気相蒸着方式またはスピノン方式で形成することができる。第2保護膜280はフォトダイオード光開口部272の側壁保護のために形成される膜である。第2保護膜280は工程の便宜のために形成しないこともできる。第2保護膜280は例えば、シリコン窒化物系物質で形成することができる。また、第2保護膜280はSiON、SiC、SiCN、SiCOなどを使用して反射防止機能を有する膜で形成することができる。このように、反射防止機能を有する第2保護膜280を形成する場合には、下部のフォトダイオード110の光吸収率を向上させることができ、別途の反射防止膜を必要としない。第2保護膜280に使用されるSiON、SiC、SiCN、SiCOなどは銅拡散防止膜に使用される程度の厚さ（約200Å以上）では不透明であるので、第2保護膜に使用される時には不透明膜でないように、薄く（約100Å以下）に使用することが望ましい。

【0073】

続いて、第2保護膜280が形成されているフォトダイオード光開口部272を、スピノンガラス溶液をスピノン方式にコーティングして透明な材質の膜により埋める。フォトダイオード光開口部272内にスピノンガラス組成物を使用して形成することができるスピノン絶縁膜290を形成する。フォトダイオード光開口部272内に一部埋められているスピノン絶縁膜290の表面プロファイルは、凹部の半球形の第1凹部を有する。即ち、スピノン絶縁膜290はフォトダイオード光開口部272の中心部側の厚さが周辺領域の厚さより小さくなるように形成される。

【0074】

図16に示すように、スピノン絶縁膜290上にカラーフィルタ300を形成する。カラーフィルタ300は、ブルー、グリーン及びレッドカラーフィルタのアレイ構造を有する。本実施形態では、一つの受光素子であるフォトダイオード110が図示されていることとして、上部にブルー、グリーン及びレッドカラーのうちの一つであるカラーフィルタ

10

20

30

40

50

が形成される。カラーフィルタ300は凹型の半球形のスピノン絶縁膜290のプロファイルに沿って形成され、フォトダイオード光開口部272が形成されている領域のカラーフィルタ300上部面も凹部である第2凹部を有する。即ち、カラーフィルタ300は下部にスピノン絶縁膜290の第1凹部を埋める凸部を有し、上部は凹部の第1凹部のプロファイルに沿って凹型の第2凹部を有する。

【0075】

図17に示すように、カラーフィルタ300上に、フォトダイオード110に光を集めるためのマイクロレンズ310を形成して、イメージ素子であるCMOSイメージセンサーを完成する。マイクロレンズ310はフォトダイオード光開口部272領域で上部面が凸型の半球形で形成する。また、マイクロレンズ310の下部に形成されているカラーフィルタ300は上部面が凹型の半球形を有するので、マイクロレンズ310の下部にはフォトダイオード110側にカラーフィルタ300の第2凹部を埋める凸部を有する。

10

【0076】

本実施形態によると、スイッチング素子であるトランジスターと接続する多層配線を、低抵抗を有する銅で形成することにより、 $0.13\mu\text{m}$ 以下のデザインルールを有する工程で、低スピード、高抵抗などの問題を最少化することができる。また、銅拡散防止のために拡散防止膜を使用し、フォトダイオード上部に存在する拡散防止膜は部分的に除去して、光透過度を有するCMOSイメージセンサーを形成することができる。

【実施例2】

【0077】

図18は本発明の実施例2によるイメージ素子を示す断面図である。

20

【0078】

図18に示すように、本実施例によるイメージ素子はフォトダイオード光開口部272の側壁上に第2乃至第5バリヤー金属膜パターン411a、421a、431a、441aと同一である金属物質からなるバリヤー金属膜スペーサ405が形成され、実施形態1の第2乃至第5バリヤー金属膜パターン411、421、431、441代わりに、第2乃至第5バリヤー金属膜パターン411a、421a、431a、441aが形成されていることを除外しては、実施形態1でのイメージ素子と同一である。

【0079】

図18に示すように、本実施例によるイメージ素子はフォトダイオード光開口部272の側壁にバリヤー金属膜スペーサ405が形成されている。より具体的に、バリヤー金属膜スペーサ405はフォトダイオード光開口部272により露出された第1銅拡散防止膜150及び第1層間絶縁膜160の側壁上に形成された第1スペーサ415、第2銅拡散防止膜180及び第2層間絶縁膜190の側壁上に形成された第2スペーサ425、第3銅拡散防止膜210及び第3層間絶縁膜220の側壁上に形成された第3スペーサ435及び第4銅拡散防止膜240及び第4層間絶縁膜250の側壁上に形成された第4スペーサ445からなる。

30

【0080】

また、本実施例による第2乃至第5バリヤー金属膜パターン411a、421a、431a、441aでは、水平成分（半導体基板100と代替に平行に水平的に蒸着されている部分、ビアホール及びトレンチの底面上に塗布される部分）の厚さは、垂直成分（半導体基板100と代替に垂直に蒸着されている部分、ビアホール及びトレンチの側壁上に塗布されている部分）が同一の実施例1の第2乃至第5バリヤー金属膜パターン411、421、431、441とは異なり、垂直成分が水平成分の厚さに比べて薄く、または殆ど同一である程度の厚さ（別途のエッチング液を使用しなくても銅エッチング液によりエッチングされる程度の厚さ）を有し、水平成分が実質的にないように形成されている。

40

【0081】

本実施形態で、実施例1と同一の部材に対しては、同一の符号を使用し、その説明は省略する。

【0082】

50

図19乃至図28は、図18に図示した本実施例によるイメージ素子の製造方法を示す断面図である。本実施例によるイメージ素子の製造方法では、フォトダイオード光開口部272を形成するためのダミー銅パターンの形状をメッシュ形状に変更させ、第2乃至第5バリヤー金属膜410、420、430、440を形成する時、水平成分の厚さを垂直成分の厚さに比べて薄く、または水平成分が実質的にないように形成すること以外は、実施形態1と同一である。製造方法に対する説明でも、実施例1と同一の部材に対しては同一の符号を使用し、その重なる説明は省略する。

【0083】

図19に示すように、実施例1の図2乃至図5で説明したことと同様の工程を実施して、受光素子であるフォトダイオード110が形成された半導体基板100上に、フォトダイオード110と接続するようにフォトダイオード110のスイッチング素子であるトランジスター120を形成する。

【0084】

トランジスター120が形成された半導体基板100を覆うように下部絶縁膜130を形成した後、下部絶縁膜130に通常のフォトリソグラフィ工程によりトランジスター120のソース／ドレイン領域122の表面部位とゲート電極114の上部表面部位を露出させるコンタクトホール132を形成する。

【0085】

続いて、コンタクトホール132の側面と底面及び下部絶縁膜130上部面のプロファイルに沿って下部絶縁膜拡散防止膜である第1バリヤー金属膜を形成する。コンタクトホール132を埋めるように結果物の全面にチタンやタングステンを蒸着し下部金属層を形成した後、下部金属層及び第1バリヤー金属膜を下部絶縁膜130の表面が露出されるまで化学的機械的研磨方法により研磨して、コンタクトホール132を埋める下部コンタクト140を形成し、下部コンタクト140の側壁及び底面上に下部絶縁膜拡散防止膜である第1バリヤー金属膜パターン401を形成する。

【0086】

次に、下部コンタクト140を有する下部絶縁膜130上に第1銅拡散防止膜150を形成した後、第1銅拡散防止膜150上に第1層間絶縁膜160を形成する。一般的なフォトリソグラフィ工程により、第1層間絶縁膜160及び第1銅拡散防止膜150を部分的に除去して下部コンタクト140を露出する第1トレンチ162を形成すると同時に、フォトダイオード110の上に位置する第1トレンチ162を形成すると同時に、フォトダイオード110の上に位置する第1層間絶縁膜160及び第1銅拡散防止膜150をエッチングして、下部絶縁膜130が底面に露出される第1ダミーホール164を形成する。

【0087】

次に、第1トレンチ162及び第1ダミーホール164のプロファイルに沿って第1トレンチ162、第1ダミーホール164及び第1層間絶縁膜160上に第1層間絶縁膜の拡散防止膜である第2バリヤー金属膜410aを形成する。第2バリヤー金属膜410aは以後に銅蒸着工程時、銅成分が下部絶縁膜130及び第1層間絶縁膜160内に拡散されることを防止するために形成される膜である。

【0088】

図29は第2バリヤー金属膜410aの蒸着工程をさらに詳細に説明するための図19のA部分の拡大図である。第2バリヤー金属膜410aのアルゴンガスを使用し、タンタルをターゲットにするスパッタリング方法により形成することができる。この場合に、アルゴンガスが半導体基板100に向かうように電圧を印加すると、アルゴンガスは半導体基板100に衝突しながら基底に蒸着するタンタル金属原子を部分的にエッチングして側壁に付ける。そうすると、図29に図示したように、第1トレンチ162及び第1ダミーホール164の側壁には、比較的厚い厚さd1を有し、第1トレンチ162及び第1ダミーホール164の基底面上には比較的薄い厚さd2を有する第2バリヤー金属膜410aを形成する。

10

20

30

40

50

【0089】

また、必要によっては、アルゴンガスに印加される電圧を上昇させて、アルゴンガスのエッチング性を増加させると、d2が殆ど0に近い程度の厚さを有する第2バリヤー金属膜410aを形成することができる。望ましくは、d1は50～200Åの厚さで、d2は100Å以下の厚さで形成する。

【0090】

図20に示すように、第1トレンチ162及び第1ダミーホール164を埋めるように、第2バリヤー金属膜410a上に銅を蒸着して第2銅層を形成した後、第1層間絶縁膜160の上部面が露出されるように、第2銅層159及び第1層間絶縁膜160の上部表面上に存在する第2バリヤー金属膜410aを化学的機械的研磨方法により研磨して第1トレンチ162内には下部コンタクト140と連結され、銅からなる導電性ラインである下部銅配線ライン170を形成し、第1ダミーホール164内には銅からなる第1ダミーパターン172を形成する。ここで、第1トレンチ162の側壁及び底面上には第2バリヤー金属膜410aが第2バリヤー金属膜パターン411aとして残留する。即ち、下部銅配線ライン170と第1層間絶縁膜160の間に第2バリヤー金属膜410aが第1絶縁膜拡散防止膜である第2バリヤー金属膜パターン411aに残留して、下部銅配線ライン170及び第1ダミーパターン172を構成する金属物質が第1層間絶縁膜160に拡散されることを防止する。

10

【0091】

また、第1ダミーホール164の側壁及び底面上に、第1ダミーパターン172と下部絶縁膜130及び第1層間絶縁膜160との間には、第1ダミーバリヤー金属膜パターン413aが形成される。

20

【0092】

次に、下部銅配線ライン170及び第1ダミーパターン172を含む第1層間絶縁膜160上に200～1000Å、望ましくは、300～700Å程度の厚さに第2銅拡散防止膜180を形成する。第2銅拡散防止膜180上に第2層間絶縁膜190を形成する。

【0093】

図21に示すように、下部銅配線ライン170上に位置する第2層間絶縁膜190部位を通常の写真リソグラフィ工程によりエッチングして、底面に第2銅拡散防止膜180が露出される第1予備ビアホール300を形成する。同時に、第1ダミーパターン172の周辺部位上に形成されている第1層間絶縁膜160の所定部位をエッチングして、底面に第2銅拡散防止膜180が露出される第1予備開口部302と第2層間絶縁膜予備ダミーパターン190'を形成する。実施例1の図8ではフォトダイオード110の上部に存在する第2層間絶縁膜190を全て除去するが、本実施例では実施例1の第2予備ビアホール194の中央部に第2層間絶縁膜予備ダミーパターン190'を形成する。

30

【0094】

ここで、第1予備開口部302は第1ダミーパターン172の上部周辺部位を露出しながら、第2層間絶縁膜予備ダミーパターン190'を取り囲むように形成される。望ましくは、第1予備開口部302の幅（第2層間絶縁膜予備ダミーパターン190'と隣接する第2層間絶縁膜190間の距離）は第1予備開口部302の幅と同一であるように形成する。第1予備開口部302の幅と第1予備開口部302の幅を同一に形成することにより、後続する銅蒸着時の形成される銅層の厚さを均一に形成することができる。

40

【0095】

図22に示すように、通常の写真リソグラフィ工程を実施して、第1予備ビアホール300の上部を経るトレンチをパターンニングし、第1予備開口部302により取り囲まれた第2層間絶縁膜の第2層間絶縁膜予備ダミーパターン190'を選択的にエッチングするためのフォトレジストパターン304を形成する。フォトレジストパターン304をエッチングマスクに第2層間絶縁膜190の所定部位をエッチングして、第1予備ビアホール300上部を経る第2トレンチ306を形成する。同時に、第2層間絶縁膜を第1ダミーパターン172側上部面を露出させる各々の第1予備開口部302により限定されてい

50

る第2層間絶縁膜予備ダミーパターン190'は第2トレンチ306の深さほどエッチングされて第2層間絶縁膜ダミーパターン190''を形成する。

【0096】

エッチング工程を実施する間に第1予備ビアホール300及び第1予備開口部302の底面部がエッチング工程に露出されているが、第2層間絶縁膜190と第2銅拡散防止膜180間のエッチング選択比が高いために、エッチング工程により第1予備ビアホール300及び第1予備開口部302底面の第2銅拡散防止膜180が殆どエッチングされずに、残留する。従って、エッチング工程を実施しても第2銅拡散防止膜180下に形成された膜は殆ど損傷されない。

【0097】

一方、第2層間絶縁膜ダミーパターン190'、'下にある第2銅拡散防止膜180は第2銅拡散防止膜パターン180aにパターニングされる。

【0098】

続いて、フォトレジストパターン304をストリップする。第1予備ビアホール300及び第1予備開口部302底面に残っている第2銅拡散防止膜180を除去して下部銅配線ライン170を露出する第1ビアホール308及び第1ダミーパターン172の周辺部を露出し、上部で互いに連結される構造を有する第1開口部303を各々形成する。ここで、第2トレンチ306及び第1ビアホール308は以後の工程により下部銅配線ライン170と電氣的に連結される配線が形成される領域である。

【0099】

図23に示すように、第2トレンチ306、第1ビアホール308及び第1開口部303のプロファイルに沿って、第2トレンチ306、第1ビアホール308及び第1開口部303を含む第1層間絶縁膜160上に第2層間絶縁膜の拡散防止膜である第3バリヤー金属膜420aを形成する。第3バリヤー金属膜420aは第2バリヤー金属膜410aの形成と同様に、水平成分の厚さが垂直成分の厚さに比べて薄く、または垂直成分が殆どないように蒸着する。次に、第2トレンチ306、第1ビアホール308及び第1開口部303を埋めるように、第3バリヤー金属膜420a上に銅を蒸着して第3銅層199aを形成する。

【0100】

図24に示すように、第3銅層199a及び第3バリヤー金属膜420aを第2層間絶縁膜190の表面が露出されるまで化学的機械的研磨方法により研磨して、第2トレンチ306及び第1ビアホール308内には下部銅配線ライン170と連結される第1配線200を形成し、第1開口部303には第2層間絶縁膜ダミーパターン190'、'をカバーする第2ダミーパターン312を形成する。

【0101】

ここで、第2トレンチ306及び第1ビアホール308の側壁及び底面上には、第3バリヤー金属膜420は第3バリヤー金属膜パターン421aに残留する。即ち、第1配線200と第2層間絶縁膜190の間に第2バリヤー金属膜410aが第2層間絶縁膜拡散防止膜である第3バリヤー金属膜パターン421aに残留して、第1配線200を構成する金属物質が第2層間絶縁膜190に拡散されることを防止する。

【0102】

また、第1開口部303の側壁及び底面、また、第3層間絶縁膜の第2ダミーパターンの側壁及び上面上に、即ち、第2ダミーパターン312と第1ダミーパターン172、第3層間絶縁膜の第2ダミーパターン及び第2層間絶縁膜190間には第3ダミーバリヤー金属膜パターン423aが形成される。

【0103】

第1配線200は下部銅配線ライン170と直接連結される第1ビア銅コンタクト200aと第1ビア銅コンタクト200aとの間を連結する第1銅配線ライン200bを含む。また、第2ダミーパターン312は第1ダミーパターン172と周辺部では接触するが、中央部では第2層間絶縁膜ダミーパターン190'、'により隔離されたメッシュ形状を

10

20

30

40

50

有する。即ち、第2ダミーパターン312の下部凹部が形成され、凹部には第2銅拡散防止膜パターン180a及び第2層間絶縁膜ダミーパターン190' 'が存在する。

【0104】

前記のような形態により、第2ダミーパターン312を構成する場合、第2ダミーパターン312を形成するために、第1開口部303内に蒸着する第3銅層199aの厚さを減少させることができ、第3銅層199aの平坦度が良好になる。だから、第3銅層199aを形成した後、化学的機械的研磨工程をさらに容易に実施することができる。

【0105】

図25に示すように、第1配線及び第2ダミーパターン312を含む第2層間絶縁膜190上に、図21乃至図24と同一の工程を反復実施して、第3銅拡散防止膜210、第2配線320及び第3ダミーパターン322を含む第3層間絶縁膜220、第4銅拡散防止膜240及び第3配線330及び第4ダミーパターン332を含む第5層間絶縁膜を続けて形成する。第2配線230は第1配線200と直接連結される第2銅コンタクト230aと第2銅コンタクト230'a間を連結する第2銅配線ライン230bを含む。第3配線260は下部の第2配線230と直接連結される第3銅コンタクト260aと第3銅コンタクト260'a間を連結する第3銅配線ライン260bを含む。

【0106】

第3ダミーパターン322及び第4ダミーパターン332も第2ダミーパターン312と同様に、周辺部は下部のダミーパターンと連結され、第3及び第4層間絶縁膜ダミーパターン220' '、250' 'をカバーする。

【0107】

具体的に、第3ダミーパターン322は第2ダミーパターン312と周辺部では接触するが、中央部では第3層間絶縁膜ダミーパターン220"により隔離されたメッシュ形状を有する。第3ダミーパターン322の下部には凹部が形成されており、凹部には第3銅拡散防止膜210及び第3層間絶縁膜ダミーパターン220' 'が存在する。第3層間絶縁膜ダミーパターン220' 'と下部の第2ダミーパターン312間には第3銅拡散防止膜パターン210aが形成される。

【0108】

第2開口部の側壁及び底面、また、第3層間絶縁膜の第2ダミーパターンの側壁及び上面上に、即ち、第3ダミーパターン322と第2ダミーパターン312、第3層間絶縁膜ダミーパターン220' '及び第3層間絶縁膜220間には、第3ダミーバリアー金属膜パターン433aが形成される。

【0109】

第4ダミーパターン332も、第3ダミーパターン322と同一に第4ダミーパターン332と周辺部では接触するが、中央部では第4層間絶縁膜ダミーパターン250' 'により隔離され、第4ダミーパターン332の下部には凹部が形成され、凹部には第4銅拡散防止膜パターン240a及び第4層間絶縁膜ダミーパターン250' 'が存在する。第4層間絶縁膜ダミーパターン250' 'と下部の第3ダミーパターン322間には第4銅拡散防止膜パターン240aが形成される。

【0110】

第3開口部の側壁及び底面、また、第3層間絶縁膜ダミーパターンの側壁及び上面上には、即ち、第4ダミーパターン332と第3ダミーパターン322、第4層間絶縁膜ダミーパターン250"及び第3配線260と間には第4ダミーバリアー金属膜パターン443aが形成される。

【0111】

第3トレンチ及び前記第2ビアホールの側壁及び底面上には、第3バリアー金属膜は第3バリアー金属膜パターン431aとして残留する。第2配線230と第3層間絶縁膜220間に第3バリアー金属膜が第3層間絶縁膜拡散防止膜である第4バリアー金属膜パターン431aに残留して、第2配線230を構成する金属物質が第3層間絶縁膜220に拡散されることを防止する。

10

20

30

40

50

【0112】

第4トレんチ及び第3ビアホールの側壁及び底面上には、第4バリヤー金属膜は第4バリヤー金属膜パターンに残留する。第3配線260と第4層間絶縁膜250間に第4バリヤー金属膜が第4層間絶縁膜拡散防止膜である第4バリヤー金属膜パターンに残留して、第3配線260を構成する金属物質が第4層間絶縁膜250に拡散されることを防止する。

【0113】

図26に示すように、第3配線330及び第4ダミーパターン332を含む第4層間絶縁膜250上に第1保護膜を形成する。続いて、第4ダミーパターン332が露出されるように第1保護膜を通常のフォトリソグラフィ工程によりパターニングして、第4ダミーパターン332及びその周辺部を露出する開口部を有する第1保護膜パターン270を形成する。

10

【0114】

図27に示すように、実施例1の図14の類似する方法により、第4ダミーパターン332及び第4ダミーパターン332の下部の第1乃至第3ダミーパターン172、312、322をエッチングして、第1層間絶縁膜130が底面に露出されるフォトダイオード光開口部272を形成する。

【0115】

第1乃至第4ダミーパターン172、312、322、332をエッチングすると、第2乃至第4ダミーパターン312、322、332の内部に形成されている第2乃至第4層間絶縁膜ダミーパターン190”、220”、250”及び第2乃至第4銅拡散防止膜パターン180a、210a、240aは自然的に除去される。即ち、第4ダミーパターン332内に形成されている第4層間絶縁膜ダミーパターン250”及び第4銅拡散防止膜パターン240aは第3ダミーパターン322がエッチングされながら、自然的にリフトされて除去される。続けて、第2ダミーパターン312が除去されながら、第3層間絶縁膜の第3層間絶縁膜ダミーパターン220’及び第3銅拡散防止膜パターン210aがリフトされ、第1ダミーパターン172が除去されながら第2層間絶縁膜ダミーパターン190’及び第2銅拡散防止膜パターン180aがリフトされて除去される。従って、第1乃至第4ダミーパターン172、312、322、332をエッチングすることにより、第1層間絶縁膜130が底面に露出されるフォトダイオード光開口部272を形成することができる。

20

30

【0116】

一方、第1乃至第4ダミーパターン172、312、322、332を除去する時、第4ダミーバリヤー金属膜パターン443a、第3ダミーバリヤー金属膜パターン433a、第1ダミーバリヤー金属膜パターン423a及び第1ダミーバリヤー金属膜パターン413aの水平成分と第2層間絶縁膜ダミーパターン190”、第3層間絶縁膜ダミーパターン220”及び第4層間絶縁膜ダミーパターン250”の側壁上に存在する垂直成分も除去され、図示したように、フォトダイオード光開口部272の側壁に、第1銅拡散防止膜150及び第1層間絶縁膜160の側壁上に形成された第1スペーサ415、第2銅拡散防止膜180及び第2層間絶縁膜190の側壁上に形成された第2スペーサ425、第3銅拡散防止膜210及び第3層間絶縁膜220の側壁上に形成された第3スペーサ435、及び第4銅拡散防止膜240及び第4層間絶縁膜250の側壁上に形成された第4スペーサ445からなるバリヤー金属膜スペーサ405が形成される。

40

【0117】

図28に示すように、実施例1の図15乃至図17に図示したのと同じ方法により、フォトダイオード光開口部272及び第1保護膜パターン270のプロファイルに沿って第2保護膜280を形成する。続いて、第2保護膜280が形成されているフォトダイオード光開口部272を埋めるように、スピノン絶縁膜290を形成する。スピノン絶縁膜290の上部にカラーフィルタ300を形成し、カラーフィルタ300上にマイクロレンズ310を形成して本実施例によるイメージ素子を完成する。

50

【0118】

本実施例によると、実施例1に比べて配線層を形成するための銅層を平坦に形成することによりCMP工程を実施する時、平坦性を向上させることができる。

【0119】

また、実施例1では、フォトダイオード光開口部を形成する時、バリヤー金属膜をエッチングするためのエッチング液とダミー銅パターンをエッチングするためのエッチング液を各々使用して、反復的にウェットエッチングを実施しなければならないが、本実施例によると、バリヤー金属膜の水平成分は殆ど存在せず、または銅エッチング液にエッチングされる程度の厚さのみ有して形成されるために、ダミー銅パターンをエッチングするための銅エッチング液を使用して一回のウェットエッチング工程によりフォトダイオード光開口部を形成することができる。

10

【実施例3】

【0120】

図30乃至図37は図18に図示されたイメージ素子を製造するために、本実施例によるイメージ素子の製造方法を示す断面図である。本実施例には層間絶縁膜構造物を形成する時、実施例2と異なり、トレンチを形成する時に第2層間絶縁膜予備ダミーパターン190'をエッチングせずに進行すること以外は、実施例2と同一である。本実施例で、実施例1及び2と同一の部材に対しては同一の符号を示し、重複する説明は省略する。

【0121】

図30に示すように、実施例2の図19乃至図21で説明した同一の工程を実施する。即ち、受光素子であるフォトダイオード110が形成された半導体基板100上に、フォトダイオード110と接続するようにフォトダイオード110のスイッチング素子であるトランジスタ120を形成する。

20

【0122】

トランジスタ120が形成された半導体基板100を覆うように、下部絶縁膜130を形成した後、下部絶縁膜130に通常的光リソグラフィ工程によりトランジスタ120のソース/ドレイン領域122の表面部位とゲート電極114の上部表面部位を露出させるコンタクトホール132を形成する。

【0123】

続いて、コンタクトホール132の側面と底面及び下部絶縁膜130上部面のプロファイルに沿って、下部絶縁膜拡散防止膜である第1バリヤー金属膜を形成する。コンタクトホール132を埋めるように結果物の全面にチタンやタングステン等を蒸着し下部金属層を形成した後、下部金属層及び第1バリヤー金属膜を下部絶縁膜130の表面が露出されるまで化学的機械的研磨方法により研磨して、コンタクトホール132を埋める下部コンタクト140を形成し、下部コンタクト140の側壁及び底面上に下部絶縁膜拡散防止膜である第1バリヤー金属膜パターン401を形成する。

30

【0124】

次に、下部コンタクト140を有する下部絶縁膜130上に第1銅拡散防止膜150を形成した後、第1銅拡散防止膜150上に第1層間絶縁膜160を形成する。通常的光リソグラフィ工程により、第1層間絶縁膜160及び第1銅拡散防止膜150を部分的に除去して下部コンタクト140を露出する第1トレンチ162を形成すると同時に、フォトダイオード110の上に位置する第1層間絶縁膜160及び第1銅拡散防止膜150をエッチングして、下部絶縁膜130が底面に露出される第1ダミーホール164を形成する。

40

【0125】

次に、第1トレンチ162及び第1ダミーホール164のプロファイルに沿って第1トレンチ162、第1ダミーホール164及び第1層間絶縁膜160上に第1層間絶縁膜の拡散防止膜である第2バリヤー金属膜（図示せず）を形成する。

【0126】

次に、第1トレンチ162及び第1ダミーホール164を埋めるように、第2バリヤー

50

金属膜 4 1 0 a 上に銅を蒸着して第 2 銅層を形成した後、第 1 層間絶縁膜 1 6 0 の上部面が露出されるように、第 2 銅層 1 5 9 及び第 1 層間絶縁膜 1 6 0 の上部表面上に存在する第 2 バリヤー金属膜 4 1 0 a を化学的機械的研磨方法により研磨して第 1 トレンチ 1 6 2 内には下部コンタクト 1 4 0 と連結され、銅からなる導電性ラインである下部銅配線ライン 1 7 0 を形成し、第 1 ダミーホール 1 6 4 内には銅からなる第 1 ダミーパターン 1 7 2 を形成する。ここで、第 1 トレンチ 1 6 2 の側壁及び底面上には第 2 バリヤー金属膜 4 1 0 a が第 2 バリヤー金属膜パターン 4 1 1 a' として残留する。

【0 1 2 7】

また、第 1 ダミーホール 1 6 4 の側壁及び底面上で、第 1 ダミーパターン 1 7 2 と下部絶縁膜 1 3 0 及び第 1 層間絶縁膜 1 6 0 と間には、第 1 ダミーバリヤー金属膜パターン 4 1 3 a が形成される。

【0 1 2 8】

次に、下部銅配線ライン 1 7 0 及び第 1 ダミーパターン 1 7 2 を含む第 1 層間絶縁膜 1 6 0 上に第 2 銅拡散防止膜 1 8 0 を形成し、第 2 銅拡散防止膜 1 8 0 上に第 2 層間絶縁膜 1 9 0 を形成する。

【0 1 2 9】

下部銅配線ライン 1 7 0 上に位置する第 2 層間絶縁膜 1 9 0 部位を通常のフォトリソグラフィ工程によりエッチングして、底面に第 2 銅拡散防止膜 1 8 0 が露出されるカラーフィルタ 3 0 0 を形成する。

【0 1 3 0】

同時に、第 1 ダミーパターン 1 7 2 の周辺部位上に形成されている第 1 層間絶縁膜 1 6 0 の所定部位をエッチングして、底面に第 2 銅拡散防止膜 1 8 0 が露出される第 1 予備開口部 3 0 2 と第 2 層間絶縁膜予備ダミーパターン 1 9 0' を形成する。

【0 1 3 1】

ここで、銅拡散防止膜をエッチングすることができるエッチング工程をさらに実施して、第 2 層間絶縁膜予備ダミーパターン 1 9 0' 下にある第 2 銅拡散防止膜 1 8 0 を第 2 銅拡散防止膜パターン 1 8 0 a にパターンニングし、第 1 ダミーパターン 1 7 2 の周辺部が第 1 予備開口部 3 0 2 により露出されるようにする。また、下部銅配線ライン 1 7 0 の上部は第 1 予備ビアホール 3 0 0 に露出される。

【0 1 3 2】

図 3 1 に示すように、通常のフォトリソグラフィ工程を実施して、第 1 予備ビアホール 3 0 0 の上部を経るトレンチをパターンニングするためのフォトレジストパターン 3 0 4 a を形成する。フォトレジストパターン 3 0 4 a をエッチングマスクに第 2 層間絶縁膜 1 9 0 の所定部位をエッチングして、第 1 予備ビアホール 3 0 0 上部を経る第 2 トレンチ 3 0 6 を形成する。

【0 1 3 3】

続いて、フォトレジストパターン 3 0 4 をストリップする。

【0 1 3 4】

図 3 2 に示すように、第 2 トレンチ 3 0 6、第 1 ビアホール 3 0 8 及び第 1 開口部 3 0 3 のプロファイルに沿って、第 2 トレンチ 3 0 6、第 1 ビアホール 3 0 8 及び第 1 予備開口部 3 0 2 を含む第 2 層間絶縁膜 1 9 0 上に第 2 層間絶縁膜の拡散防止膜である第 3 バリヤー金属膜 4 2 0 a を形成する。第 3 バリヤー金属膜 4 2 0 b は実施例 2 の図 2 3 での第 3 バリヤー金属膜 4 2 0 a の形成と同様に、水平成分の厚さが垂直成分の厚さに比べて薄く、または垂直成分が殆どないように蒸着する。次に、第 2 トレンチ 3 0 6、第 1 ビアホール 3 0 8 及び第 1 開口部 3 0 3 を埋めるように、第 3 バリヤー金属膜 4 2 0 b 上に銅を蒸着して第 3 銅層 1 9 9 b を形成する。

【0 1 3 5】

図 3 3 に示すように、第 3 銅層 1 9 9 b 及び第 3 バリヤー金属膜 4 2 0 b を第 2 層間絶縁膜 1 9 0 の表面が露出されるまで化学的機械的研磨方法により研磨して、第 2 トレンチ 3 0 6 及び第 1 ビアホール 3 0 8 内には下部銅配線ライン 1 7 0 と連結される第 1 配線 2

10

20

30

40

50

00を形成し、第1予備開口部302には第2層間絶縁膜予備ダミーパターン190'をカバーする第2ダミーパターン312aを形成する。

【0136】

ここで、第2トレンチ306及び第1ビアホール308の側壁及び底面上には、第3バリヤー金属膜420が第3バリヤー金属膜パターン421aとして残留する。また、第1予備開口部302の側壁及び底面、また、第3層間絶縁膜の予備ダミーパターンの側壁上に、第2ダミーパターン312aと第1ダミーパターン172、第3層間絶縁膜予備ダミーパターン190及び第2層間絶縁膜190間には第3ダミーバリヤー金属膜パターン423bが形成される。

【0137】

第2ダミーパターン312aは第1ダミーパターン172と周辺部では接触し、中央部では第2層間絶縁膜予備ダミーパターン190'を取り囲むように形成される。

【0138】

本実施例のような形態により第2ダミーパターン312aを構成する場合、実施例2と同様に、第2ダミーパターン312aを形成するために、第1開口部303内に蒸着する第3銅層199bの厚さを減少させることができ、第3銅層199bの平坦度が良好になる。だから、第3銅層199bを形成した後に、化学機械的研磨工程をさらに容易に実施することができる。

【0139】

図34に示すように、第1配線及び第2ダミーパターン312aを含む第2層間絶縁膜190上に、図30乃至図33と同一の工程を反復実施して、第3銅拡散防止膜210、第2配線320及び第3ダミーパターン322aを含む第3層間絶縁膜220、第4銅拡散防止膜240及び第3配線330及び第4ダミーパターン332aを含む第5層間絶縁膜を続けて形成する。

【0140】

実施例1及び実施例2と同様に、第2配線230は下部の第1配線200と直接連結される第2銅コンタクト230aと、第2銅コンタクト230a間を連結する第2銅配線ライン230bとを含む。また、第3配線260は、下部の第2配線230と直接連結される第3銅コンタクト260aと、第3銅コンタクト260a間を連結する第3銅配線ライン260bを含む。

【0141】

第3ダミーパターン322a及び第4ダミーパターン332aも第2ダミーパターン312aと同様に、周辺部は下部のダミーパターンと連結され、第3及び第4層間絶縁膜ダミーパターン220'、250'の側壁を取り囲む。

【0142】

具体的に、第3ダミーパターン322aは第2ダミーパターン312aと周辺部では接触し、中央部では第3層間絶縁膜ダミーパターン220'が形成される。第3層間絶縁膜ダミーパターン220'と下部の第2層間絶縁膜予備ダミーパターン190'間には第3銅拡散防止膜パターン210aが形成される。

【0143】

第2開口部の側壁及び底面、また、第3層間絶縁膜の第2ダミーパターンの側壁上には、即ち、第3ダミーパターン322aと第2ダミーパターン312a、第3層間絶縁膜ダミーパターン220'及び第3層間絶縁膜220と間には、第3ダミーバリヤー金属膜パターン433bが形成される。

【0144】

第4ダミーパターン332aも、第3ダミーパターン322aと同一に第4ダミーパターン332aと周辺部では接触するが、中央部では第4層間絶縁膜ダミーパターン250'を取り囲む。第4層間絶縁膜ダミーパターン250'と下部の第3層間絶縁膜ダミーパターン220'の間には第3銅拡散防止膜パターン240aが形成される。

【0145】

10

20

30

40

50

第3開口部の側壁及び底面、また、第4層間絶縁膜ダミーパターン250'の側壁には、即ち、第4ダミーパターン332aと第3ダミーパターン322a、第4層間絶縁膜ダミーパターン250'及び第4層間絶縁膜との間には第4ダミーバリアー金属膜パターン443bが形成される。

【0146】

第3トレンチ及び第2ビアホールの側壁及び底面上には、第3バリアー金属膜は第4バリアー金属膜パターン431aが形成される。第4トレンチ及び第3ビアホールの側壁及び底面上には、第4バリアー金属膜は第4バリアー金属膜パターン441aが形成される。

【0147】

図35に示すように、第3配線330及び第4ダミーパターン332aを含む第4層間絶縁膜250上に第1保護膜を形成する。続いて、第4ダミーパターン332が露出されるように第1保護膜を通常のフォトリソグラフィ工程によりパターンニングして、第4ダミーパターン332及びその周辺部を露出する開口部を有する第1保護膜パターン270を形成する。

【0148】

図36に示すように、実施例1の図27の類似する方法により、第4ダミーパターン332b及び第4ダミーパターン332bの下部の第1乃至第3ダミーパターン172、312b、322bをエッチングして、第1層間絶縁膜130が底面に露出されるフォトダイオード光開口部272を形成する。

【0149】

第1乃至第4ダミーパターン172、312b、322b、332bをエッチングすると、第2乃至第4ダミーパターン312b、322b、332bが取り囲んでいる第2乃至第4層間絶縁膜ダミーパターン190'、220'、250'及び第2乃至第4銅拡散防止膜パターン180a、210a、240aは第1ダミーパターン172が除去されながら、自然的にリフトされて除去される。従って、第1乃至第4ダミーパターン172、312b、322b、332bをエッチングすることにより、第1層間絶縁膜130が底面に露出されるフォトダイオード光開口部272を形成することができる。

【0150】

一方、第1乃至第4ダミーパターン172、312a、322a、332aを除去する時、第4ダミーバリアー金属膜パターン443b、第3ダミーバリアー金属膜パターン433b、第2ダミーバリアー金属膜パターン423b及び第1ダミーバリアー金属膜パターン413bの水平成分と第2層間絶縁膜ダミーパターン190'、第3層間絶縁膜ダミーパターン220'及び第4層間絶縁膜ダミーパターン250'の側壁上に存在する垂直成分も除去され、図示したように、フォトダイオード光開口部272の側壁に、第1銅拡散防止膜150及び第1層間絶縁膜160の側壁上に形成された第1スペーサ415、第2銅拡散防止膜180及び第2層間絶縁膜190の側壁上に形成された第2スペーサ425、第3銅拡散防止膜210及び第3層間絶縁膜220の側壁上に形成された第3スペーサ435、及び第4銅拡散防止膜240及び第4層間絶縁膜250の側壁上に形成された第4スペーサ445からなるバリアー金属膜スペーサ405が形成される。

【0151】

図37に示すように、実施例1の図15乃至図17に図示した場合と同一な方法によりフォトダイオード光開口部272及び第1保護膜パターン270のプロファイルに沿って第2保護膜280を形成する。続いて、第2保護膜280が形成されているフォトダイオード光開口部272を埋めるように、スピノン絶縁膜290を形成する。スピノン絶縁膜290の上部にカラーフィルタ300を形成し、カラーフィルタ300上にマイクロレンズ310を形成して本実施例によるイメージ素子を完成する。

【0152】

本実施例によると、実施例2と同様に、配線層を形成するための銅層を平坦に形成することによりCMP工程を実施する時、平坦性を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【0153】

また、実施例2と同様に、フォトダイオード光開口部を形成する時、ダミー銅パターンをエッチングするためのエッチング液のみを使用して一回のウェットエッチング工程により、フォトダイオード光開口部を形成することができる。

【実施例4】

【0154】

図38乃至図45は図1に図示されたイメージ素子を製造するために、本実施例によるイメージ素子の製造方法を示す断面図である。本実施例には層間絶縁膜構造物を形成する時、実施例1乃至3と異なり、ダミー銅パターンを使用せずに、最終の層間絶縁膜を形成した後、順次に層間絶縁膜と銅拡散防止膜をパターンニングして、フォトダイオード光開口部を形成すること以外は、実施例1と同一である。本実施例で、実施例1と同一の部材に対しては同一の符号を示し、重複する説明は省略する。

10

【0155】

図38に示すように、実施例1の図2乃至図4に説明した工程を実施して、フォトダイオード110のような受光素子を含む半導体基板100上にトランジスタ120を形成し、トランジスタ120を覆う下部層間絶縁膜130及びソース／ドレイン領域と接続する下部コンタクト140を形成する。下部コンタクトと下部層間絶縁膜130間には第1バリヤー金属膜パターン401が形成される。

【0156】

続いて、下部コンタクト140を有する第1層間絶縁膜160上に第1銅拡散防止膜150及び第1層間絶縁膜160を形成する。

20

【0157】

図39に示すように、第1層間絶縁膜160及び第1銅拡散防止膜150の所定部位を順次にエッチングして下部コンタクト140を露出する第1トレンチ162を形成する。

【0158】

続いて、第1トレンチ162のプロファイルに沿って、第1層間絶縁膜160上に、第2バリヤー金属膜を形成した後、第1トレンチ162を埋めるように第1銅層を形成し、第1銅層及び第2バリヤー金属膜を研磨して、第1トレンチ162内には下部コンタクト140と連結される導電性ラインである下部銅配線ライン170を形成する。ここで、第1トレンチ162の側壁及び底面上には第2バリヤー金属膜410が第2バリヤー金属膜パターン411として残留する。

30

【0159】

図40に示すように、下部銅配線ライン170を含む第1層間絶縁膜160上に、第2銅拡散防止膜180を形成する。続いて、第2銅拡散防止膜180上に第2層間絶縁膜190を形成する。

【0160】

図41に示すように、下部銅配線ライン170上に位置する第2層間絶縁膜190部位を通常の写真リソグラフィ工程によりエッチングして、底面に第2銅拡散防止膜180が露出される第1予備ビアホールを形成する。続いて、第2層間絶縁膜190の所定部位をエッチングして、第1予備ビアホールの上部に第2トレンチ196を形成する。続いて、第1予備ビアホールの底面に残っている第2銅拡散防止膜180を除去して、底面に下部銅配線ライン170を露出する第1ビアホール198を形成する。ここで、第2トレンチ196及び第1ビアホール198は以後の工程により下部銅配線ライン170と電氣的に連結される配線が形成される領域である。

40

【0161】

図42に示すように、第2トレンチ196及び第1ビアホール198のプロファイルに沿って、第2層間絶縁膜190上に第3バリヤー金属膜を形成した後、第3バリヤー金属膜上に第2トレンチ196及び第1ビアホール198を埋めるように銅層を蒸着し、第2層間絶縁膜190の上部表面が露出されるまで化学的機械的研磨方法により銅層と第3バリヤー金属膜を研磨して、第2トレンチ196と第1ビアホール198内には下部銅配線

50

ライン 170 と連結される第 1 配線 200 を形成する。第 1 配線 200 は下部銅配線ライン 170 と直接連結される第 1 ビア銅コンタクト 200 a と第 1 ビア銅コンタクト 200 a 間を連結する第 1 銅配線ライン 200 b により構成される。ここで、第 2 トレンチ 196 及び第 1 ビアホール 198 の側壁及び底面上には第 3 バリヤー金属膜パターン 421 が形成される。

【0162】

図 43 に示すように、第 1 配線 200 を含む第 2 層間絶縁膜 190 上に図 40 から図 42 と同一の工程を実施して、第 3 銅拡散防止膜 210 を形成し、第 1 配線 200 と電氣的に連結される第 2 配線 230 を含む第 3 層間絶縁膜 220 を形成する。続いて、反復的に工程を実施して第 3 層間絶縁膜 220 上に第 4 銅拡散防止膜 240 を形成し、第 2 配線 230 と電氣的に連結される第 3 配線 260 を含む第 4 層間絶縁膜 250 を形成する。

【0163】

第 2 配線 230 は第 1 配線 200 と直接連結される第 2 銅コンタクト 230 a と第 2 銅コンタクト 230 a 間を連結する第 2 銅配線ライン 230 b により構成される。第 3 トレンチ及び第 2 ビアホールの側壁及び底面上には第 4 バリヤー金属膜パターン 431 が形成される。

【0164】

また、第 3 配線 260 は第 2 配線 230 と直接連結される第 3 銅コンタクト 260 a と第 3 銅コンタクト 260 a 間を連結する第 3 銅配線ライン 260 b により構成される。第 4 トレンチ及び第 4 ビアホールの側壁及び底面上には第 5 バリヤー金属膜パターン 441 が形成される。

【0165】

本実施例により、銅多層配線を形成する場合には、フォトダイオード 110 の上部には不透明膜である第 1 乃至第 4 銅拡散防止膜 150、180、210、240 が残留している。

【0166】

続いて、第 3 配線 260 を含む第 5 層間絶縁膜 250 上に実施例 1 の図 13 と同一の方法により第 1 保護膜パターン 270 を形成する。

【0167】

図 44 に示すように、通常のリソグラフィ工程を実施してフォトダイオード 110 上に位置する第 5 層間絶縁膜 250 部位を選択的に露出し、フォトダイオード光開口部形成のためのフォトレジストパターン 275 を形成する。続いて、フォトレジストパターン 275 をエッチングマスクに使用して第 5 層間絶縁膜 250 を部分的にエッチングし、順次に第 5 層間絶縁膜 250 の下部の第 4 銅拡散防止膜 240 をエッチングする。続けて、第 3 層間絶縁膜 220、第 3 銅拡散防止膜 210、第 2 層間絶縁膜 190、第 2 銅拡散防止膜 180、第 1 層間絶縁膜 160 及び第 1 銅拡散防止膜 150 を部分的にエッチングして、底面に下部絶縁膜 130 の上部面が露出されるフォトダイオード光開口部 272 を形成する。

【0168】

エッチング工程はドライエッチング工程により実施することができる。続いて、通常の洗浄工程を実施する。

【0169】

図 45 に示すように、残留するフォトレジストパターン 275 を除去した後、実施例 1 の図 15 乃至図 17 と同一の方法によりフォトダイオード光開口部 272 及び第 1 保護膜パターン 270 のプロファイルに沿って第 2 保護膜 280 を形成する。続いて、第 2 保護膜 280 が形成されているフォトダイオード光開口部 272 内にスピノン絶縁膜 290 を部分的に形成する。スピノン絶縁膜 290 の上部にカラーフィルタ 300 を形成し、カラーフィルタ 300 上にマイクロレンズ 310 を形成して図 1 に図示したようなイメージ素子を完成する。

【実施例 5】

10

20

30

40

50

【0170】

図46は本発明の実施例5によるイメージ素子を示す断面図である。

【0171】

本実施例によるイメージ素子はフォトダイオード110上に反射防止膜を形成すること以外は、実施例1に図示したイメージ素子と同一である。従って、同一の部材に対しては同一の符号を使用し、その説明は省略する。

【0172】

図46に示すように、本実施例によるイメージ素子はフォトダイオード110とトランジスター120を形成した後、半導体基板100の全面に反射防止膜500を形成する。反射防止膜500はSiON、SiC、SiCN、SiCOなどを使用して形成することができる。以後には実施例1と同一の方法により工程を実施してイメージ素子を製造する。

10

【0173】

このように、反射防止膜を形成することにより、フォトダイオードの光吸収率を向上させることができる。

【0174】

本実施例で、反射防止膜を形成した後、実施例1と同一の工程を実施したことを例を挙げて説明したが、実施例1の工程代わりに実施例2の工程を実施して、図18に図示したイメージ素子で本実施例のように反射防止膜500が追加されたイメージ素子を製造することができる。

20

【実施例6】

【0175】

図47は本発明の実施例8によるイメージ素子を示す断面図である。

【0176】

本実施例によるイメージ素子は実施例5の反射防止膜500代わりに、フォトダイオード110上に反射防止パターンを形成することを除外しては、実施例1に図示した素子と同一である。従って、同一の部材に対しては同一の参照符号を使用し、その重複された説明は省略する。

【0177】

図47に示すように、本実施例によるイメージ素子はフォトダイオード110とトランジスター120を形成した後、半導体基板100の全面に実施例5と同様に反射防止膜500を形成する。反射防止膜500をフォトダイオード110を覆う程度にパターンニングして、図示したような反射防止パターン501を形成する。以後には、実施例1と同一の方法により工程を進行してイメージ素子を製造する。

30

【0178】

本実施例も実施例5のように、反射防止パターンを形成してフォトダイオード110の光吸収率を向上させることができる。

【0179】

本実施例で、反射防止パターンを形成した後、実施例1と同一の工程を実施したことを示したが、実施例1の工程代わりに実施例2の工程を実施して、図18に図示したイメージ素子で本実施例のように反射防止パターン501が追加されたイメージ素子を製造することができる。

40

【0180】

以上、本発明の実施例によって詳細に説明したが、本発明はこれに限定されず、本発明が属する技術分野において通常の知識を有するものであれば本発明の思想と精神を離れることなく、本発明を修正または変更できる。

【図面の簡単な説明】

【0181】

【図1】本発明の実施例1によるイメージ素子を示す断面図である。

【図2】図1に図示したイメージ素子を製造するためのイメージ素子の製造方法を示す断

50

50

【図 28】図 18 に図示したイメージ素子を製造するためのイメージ素子の製造方法の一例を示す断面図である。

【図 29】図 19 の A 部分の拡大図としてバリアー膜の蒸着を説明するための断面図である。

【図 30】図 18 に図示したイメージ素子を製造するためのイメージ素子の製造方法の他の一例を示す断面図である。

【図 31】図 18 に図示したイメージ素子を製造するためのイメージ素子の製造方法の他の一例を示す断面図である。

【図 32】図 18 に図示したイメージ素子を製造するためのイメージ素子の製造方法の他の一例を示す断面図である。

【図 33】図 18 に図示したイメージ素子を製造するためのイメージ素子の製造方法の他の一例を示す断面図である。

【図 34】図 18 に図示したイメージ素子を製造するためのイメージ素子の製造方法の他の一例を示す断面図である。

【図 35】図 18 に図示したイメージ素子を製造するためのイメージ素子の製造方法の他の一例を示す断面図である。

【図 36】図 18 に図示したイメージ素子を製造するためのイメージ素子の製造方法の他の一例を示す断面図である。

【図 37】図 18 に図示したイメージ素子を製造するためのイメージ素子の製造方法の他の一例を示す断面図である。

【図 38】図 1 に図示された本発明のイメージ素子を製造するための実施例 4 によるイメージ素子の製造方法を示す断面図である。

【図 39】図 1 に図示された本発明のイメージ素子を製造するための実施例 4 によるイメージ素子の製造方法を示す断面図である。

【図 40】図 1 に図示された本発明のイメージ素子を製造するための実施例 4 によるイメージ素子の製造方法を示す断面図である。

【図 41】図 1 に図示された本発明のイメージ素子を製造するための実施例 4 によるイメージ素子の製造方法を示す断面図である。

【図 42】図 1 に図示された本発明のイメージ素子を製造するための実施例 4 によるイメージ素子の製造方法を示す断面図である。

【図 43】図 1 に図示された本発明のイメージ素子を製造するための実施例 4 によるイメージ素子の製造方法を示す断面図である。

【図 44】図 1 に図示された本発明のイメージ素子を製造するための実施例 4 によるイメージ素子の製造方法を示す断面図である。

【図 45】図 1 に図示された本発明のイメージ素子を製造するための実施例 4 によるイメージ素子の製造方法を示す断面図である。

【図 46】本発明の実施例 5 によるイメージ素子を示す断面図である。

【図 47】本発明による実施例 6 によるイメージ素子を示す断面図である。

【符号の説明】

【0182】

- 100 半導体基板
- 102 フィールド酸化膜
- 105 層間絶縁膜構造物
- 110 フォトダイオード
- 112 ゲート絶縁膜
- 114 ゲート電極
- 116 スペーサ
- 120 トランジスター
- 122 ソース／ドレイン領域
- 130 下部絶縁膜

10

20

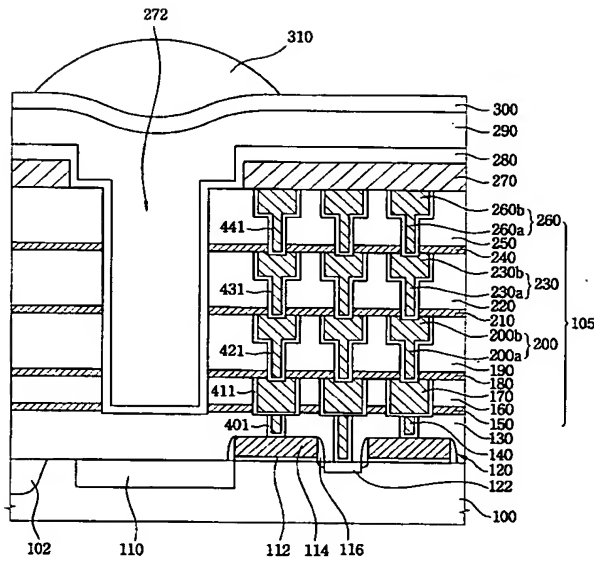
30

40

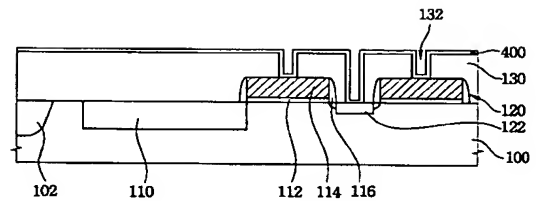
50

- 140 下部コンタクト
- 150 第1銅拡散防止膜
- 160 第1層間絶縁膜
- 170 下部銅配線ライン
- 180 第2銅拡散防止膜
- 190 第2層間絶縁膜
- 200 第1配線
- 210 第3銅拡散防止膜
- 220 第3層間絶縁膜
- 230 第2配線
- 232 第3ダミーパターン
- 240 第4銅拡散防止膜
- 250 第4層間絶縁膜
- 260 第3配線
- 272 フォトダイオード光開口部
- 401 第1バリヤー金属膜パターン

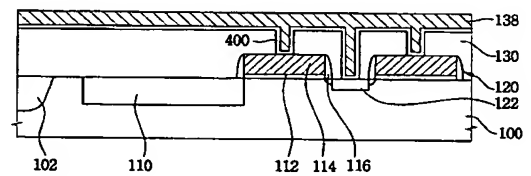
【図1】



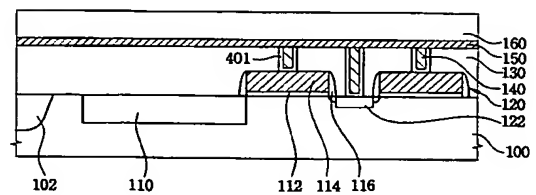
【図2】



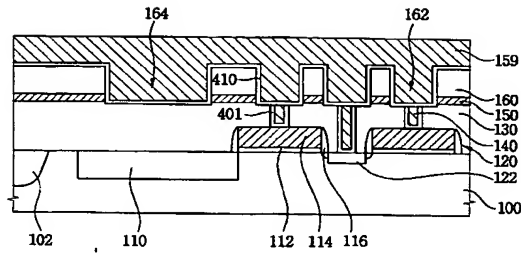
【図3】



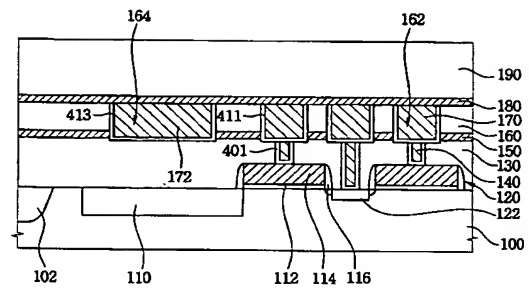
【図4】



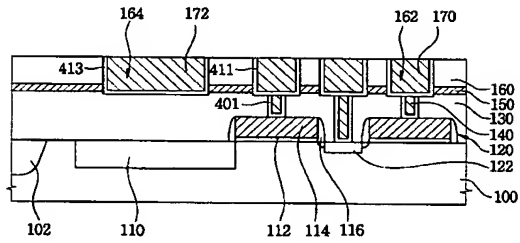
【 図 5 】



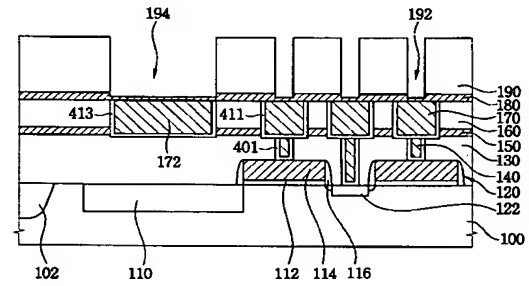
【 図 7 】



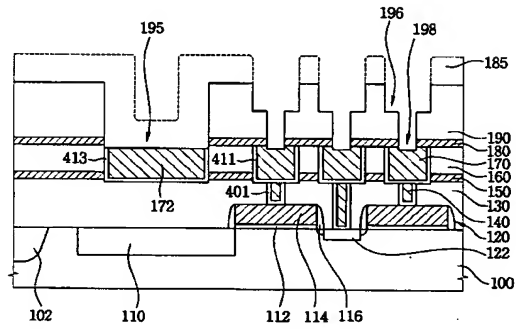
【 図 6 】



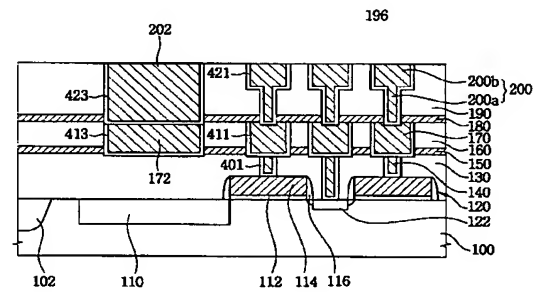
【 図 8 】



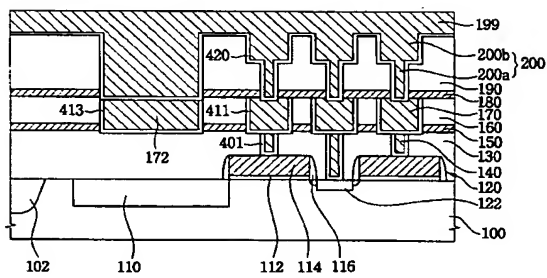
【图 9】



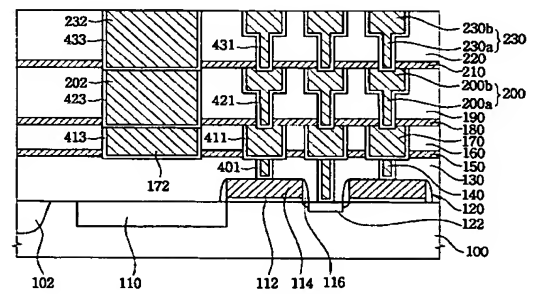
【 図 1 1 】



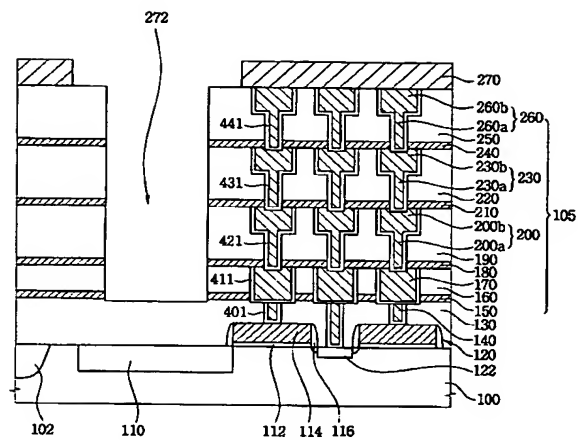
【 ☒ 1 0 】



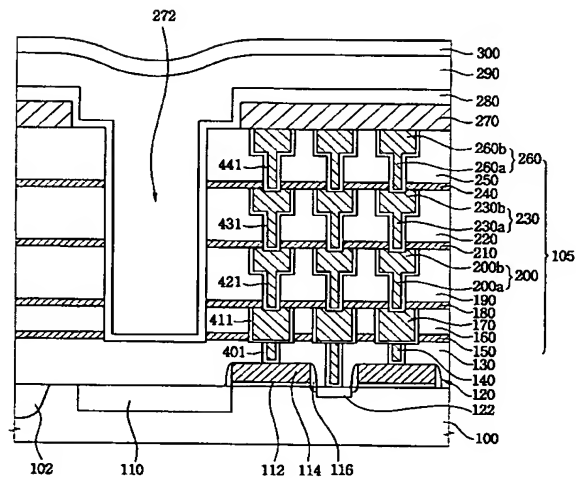
【 図 1 2 】



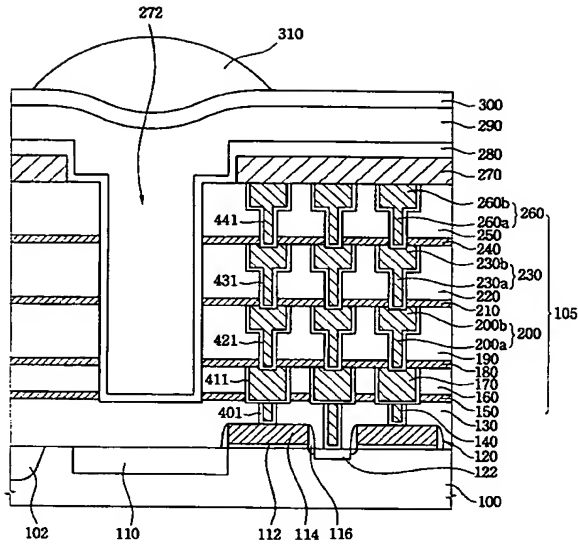
【 図 1 4 】



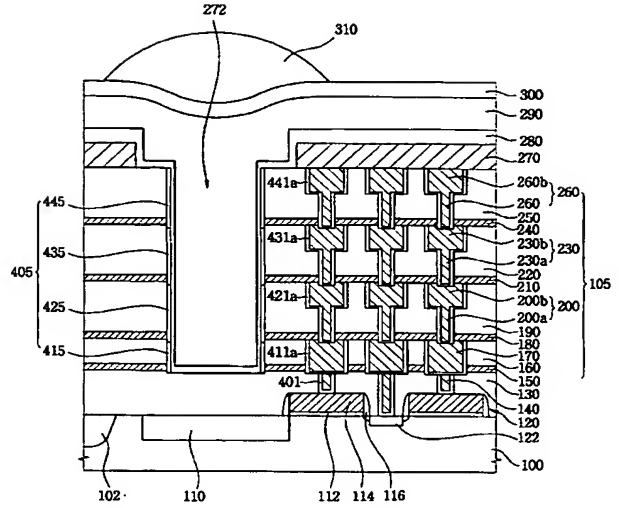
【 図 1 6 】



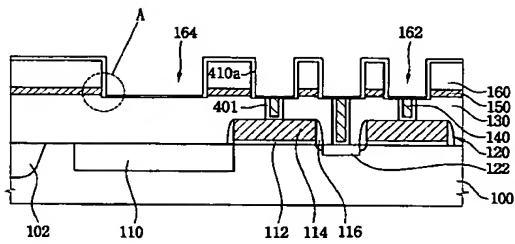
【図 17】



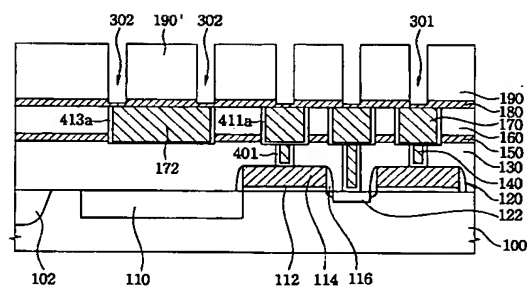
【図 18】



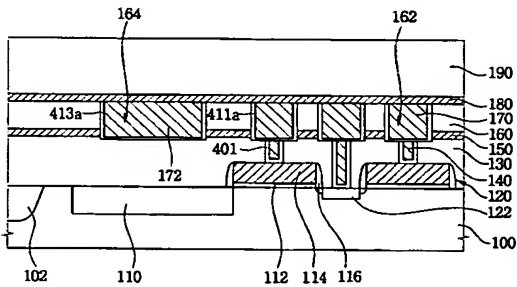
【図 19】



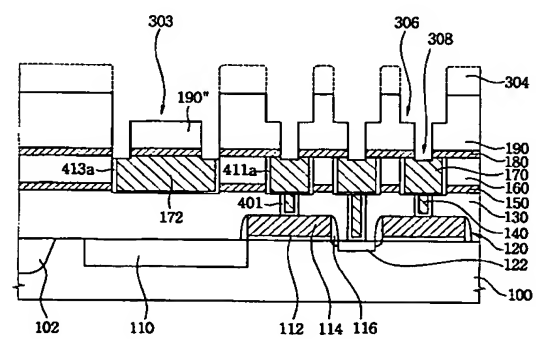
【図 21】



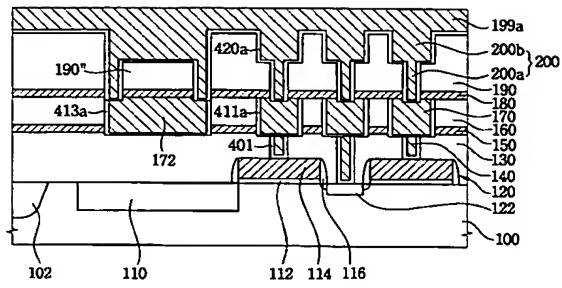
【図 20】



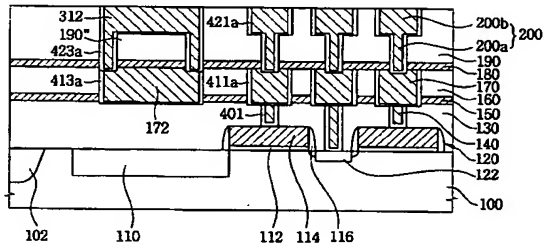
【図 22】



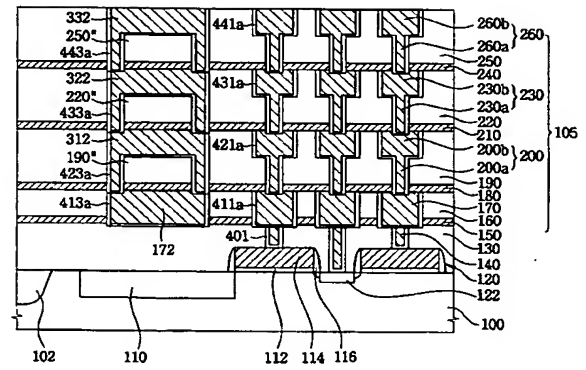
【図 2 3】



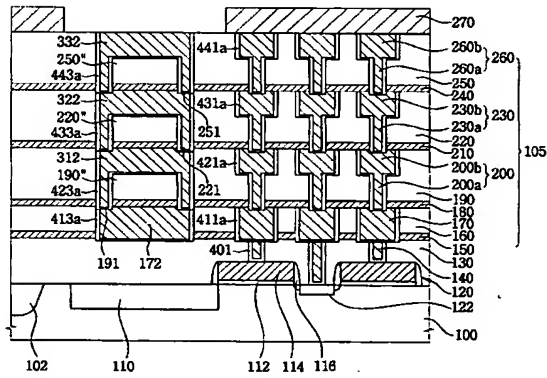
【図 2 4】



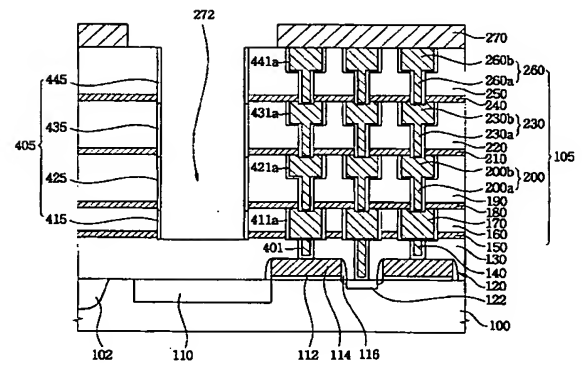
【図 2 5】



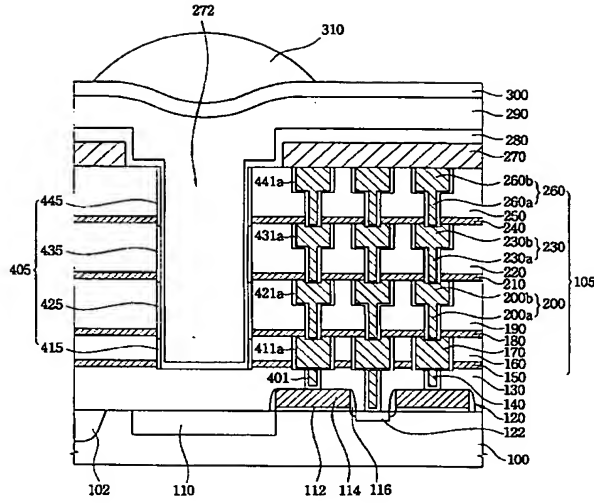
【図 2 6】



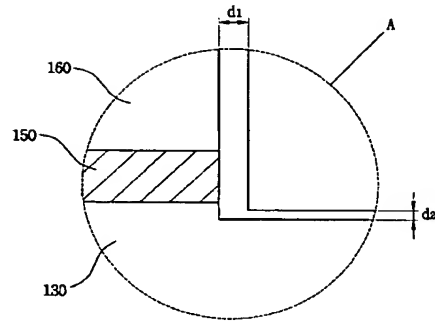
【図 2 7】



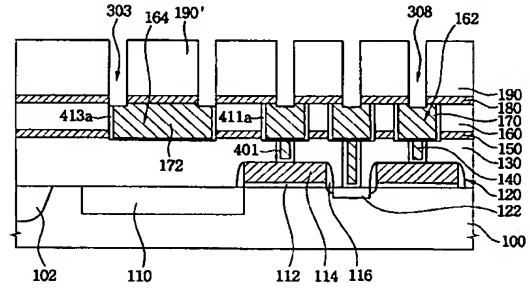
【図 28】



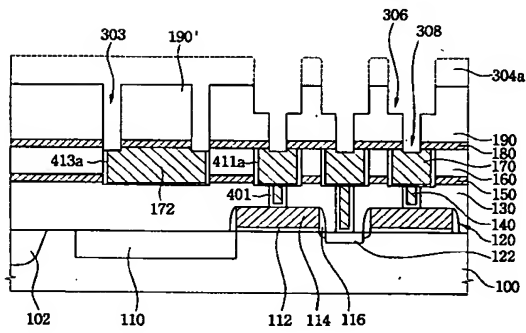
【図 29】



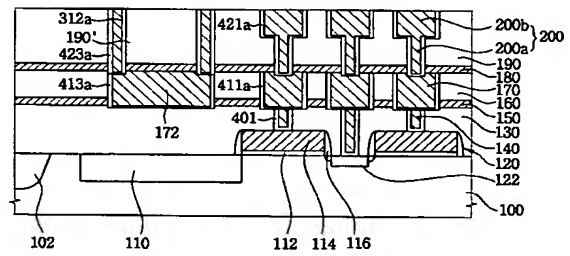
【図 30】



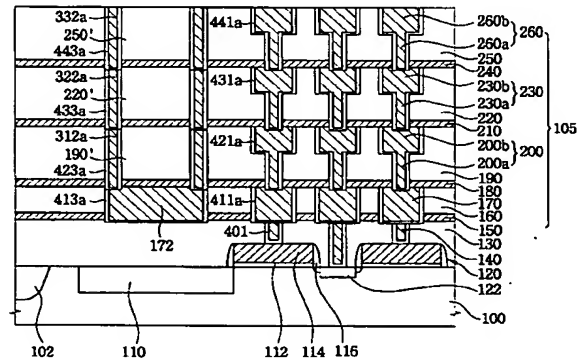
【図 31】



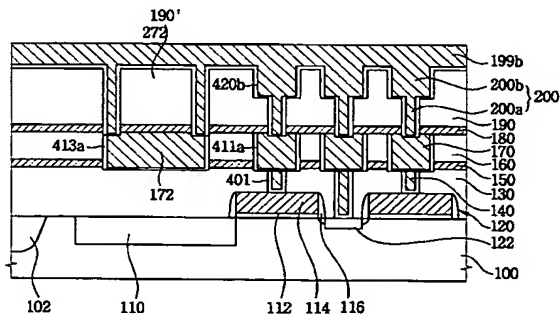
【図 33】



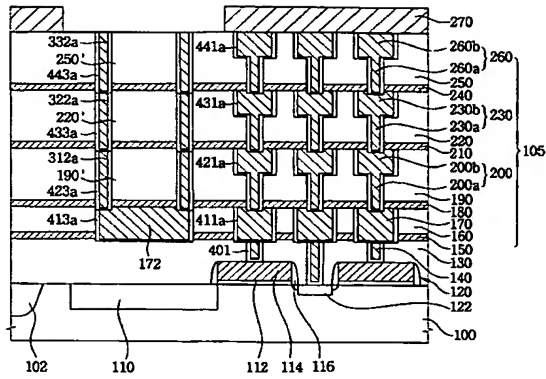
【図 34】



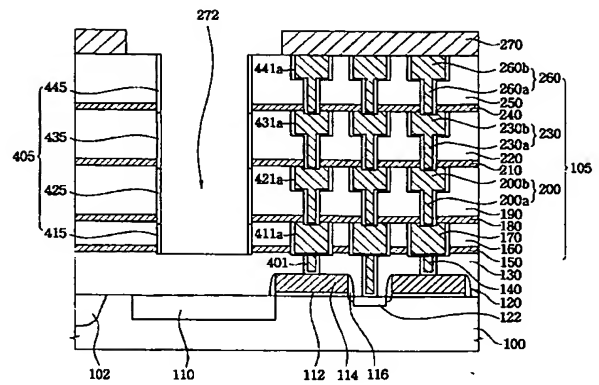
【図 32】



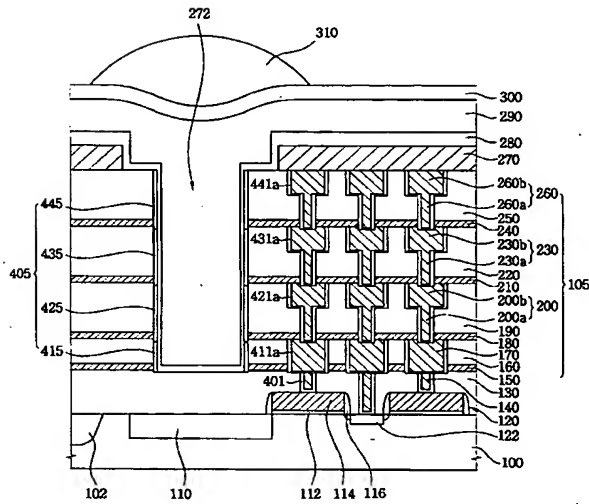
【図 35】



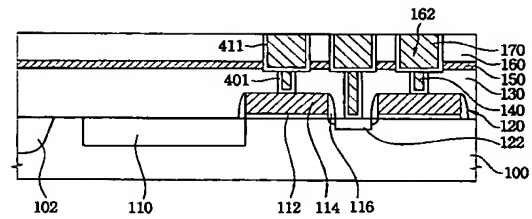
【図 36】



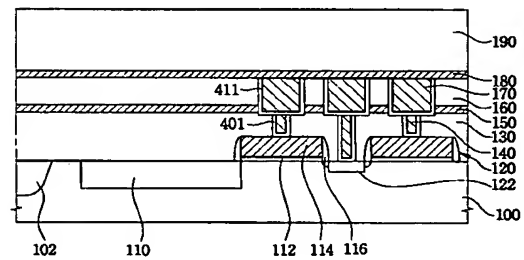
【図 37】



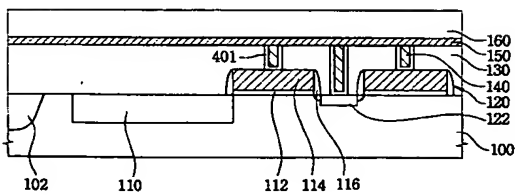
【図 39】



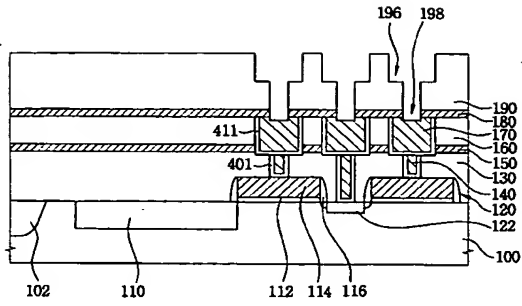
【図 40】



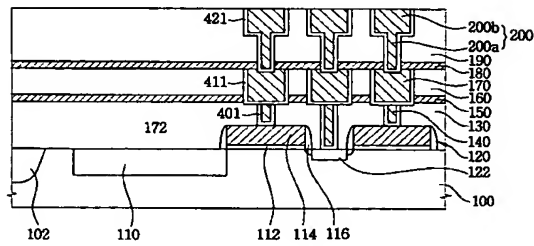
【図 38】



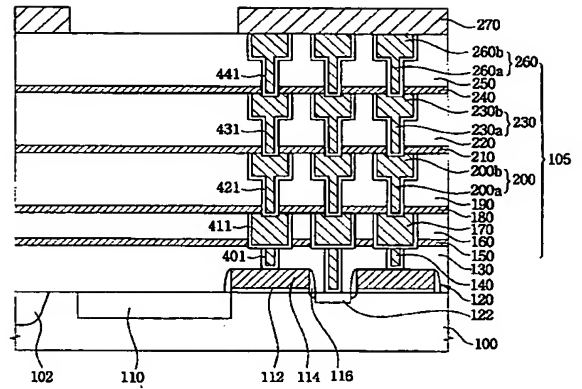
【図 4 1】



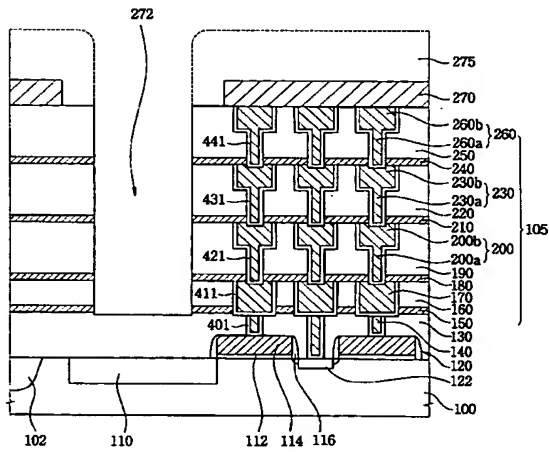
【図 4 2】



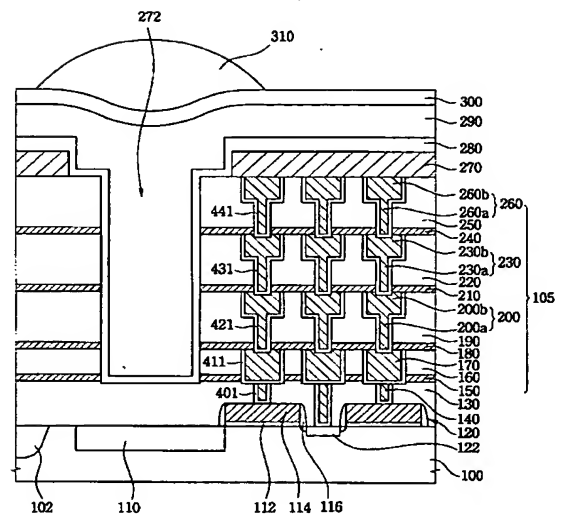
【図 4 3】



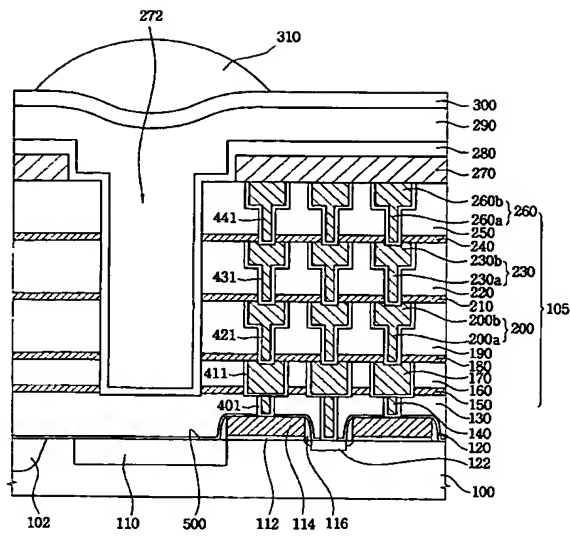
【図 4 4】



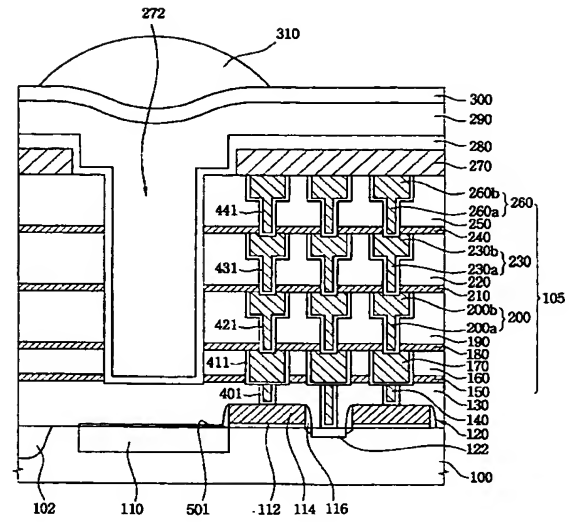
【図 4 5】



【図 46】



【図 47】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. ⁷

F I

テーマコード (参考)

H O 1 L 21/90

K

H O 1 L 21/90

Q

(72)発明者 朴 基 ▲てつ▼

大韓民国京畿道水原市八達区靈通洞 青明マウル4団地アパート425棟702号

(72)発明者 李 敬 雨

大韓民国ソウル特別市永登浦区新吉4洞 三星アパート102棟202号

(72)発明者 李 守 根

大韓民国京畿道水原市八達区望浦洞 碧山アパート117棟1602号

F ターム(参考) 4M118 AA08 AA10 AB01 BA14 CA03 CA34 CB13 EA01 FA06 FA08
 FA33 GC07 GD04
 5C024 AX01 CY47 DX01 EX43 EX52 GY31
 5F033 HH11 HH21 HH32 JJ11 JJ18 JJ19 JJ21 JJ32 KK01 KK11
 KK21 KK32 MM01 MM02 MM12 MM13 NN06 NN07 PP06 PP15
 PP27 QQ08 QQ09 QQ11 QQ19 QQ25 QQ37 QQ48 RR01 RR04
 RR05 RR06 RR08 RR09 RR12 TT02 TT06 XX28